

номерный прогрев всех стен и потолка, в том числе и инфракрасным излучением, возможность все удобно расположить вокруг печи (место для мойки, полки для парилки, баки для воды, место для стирки и даже место для переодевания и хранения одежды). Удобно такое помещение и для других функциональных потребностей (сушки белья, дров, досок, ягод и грибов), в том числе и для временного проживания. Поскольку неэкранированные или нефутерованные металлические печи для отопления запрещены (так как имеют температуру поверхности выше 120°C), при такой планировке часто вместо металлической печи устанавливают кирпичную варочную кухонную печь с верхней чугунной плитой больших размеров, на которой можно разместить все: и камни, и баки с водой. Получается теплая уютная баня «для всего», в том числе и для летней кухни для заготовки и консервирования урожая. Недостатки – требуется достаточно большое помещение (3×3 метра как минимум, а реально $4 \times 3,5$ метра, и, кроме того, желательны потолки выше – не менее 3 метров, лучше $3,5\text{--}4,0$ метра, чтобы можно было сделать верхнюю парную на высоте полутора метров минимум). Получается крупное сооружение, пожалуй, великоватое для садового и приближающееся к общественной бане или бане для постоянно проживающей семьи.

Металлическая печь при топке может раскалиться докрасна (до $800\text{--}1000^{\circ}\text{C}$), а по требованиям строительных правил и норм лишь при временном пребывании людей допускаются (а без людей вообще запрещаются) температуры поверхности печи выше 120°C , причем при условии установки защитных экранов. Защитные экраны представляют собой листы металла, установленные вокруг топливника печи на некотором удалении ($1\text{--}5$ см) от металлических стенок топливника. Многие заводские металлические печи выпускаются в настоящее время уже с экранами, представляющими собой внешний кожух (внешние стенки) печи.

Если экраны установить стационарно с двух или трех сторон печи, размеры бани могут быть сильно уменьшены (рис. 13в и 13г), поскольку при наличии экранов нормативное расстояние от поверхности печи до сгораемых конструкций может быть снижено до полуметра. Баня сокращается до приемлемых размеров ($2 \times 2,5$ метра как минимум). Картина рас-

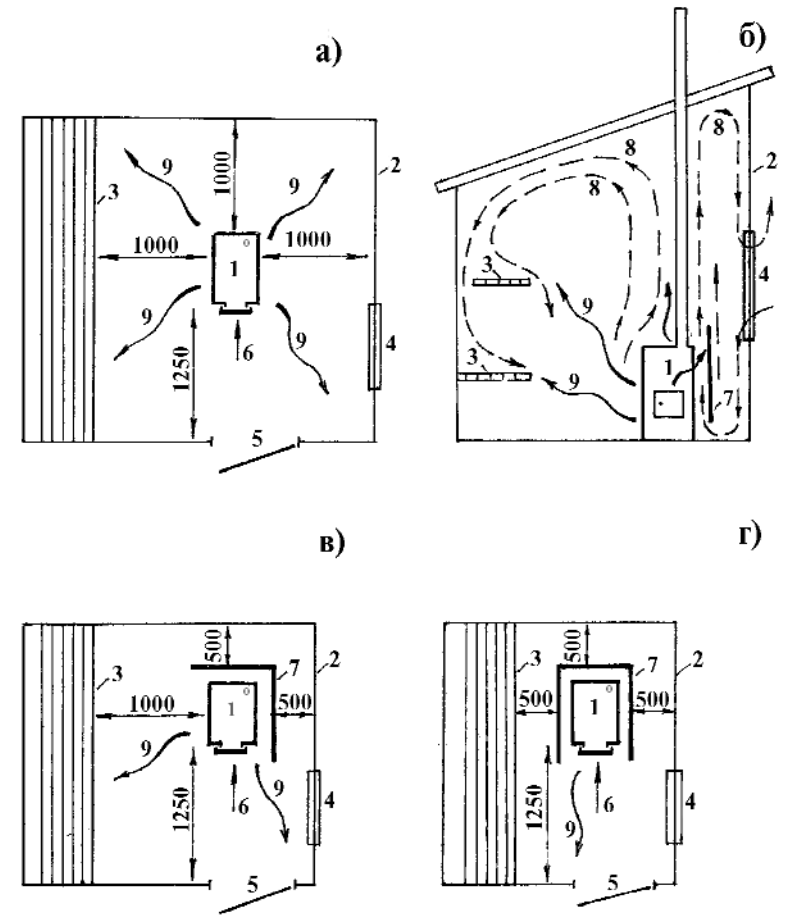


Рис. 13. Простейшие схемы расположения металлической печи в бане: а – центральное расположение неэкранированной печи, б – схема постоянно циркулирующих воздушных потоков (пунктирные стрелки) и потоков инфракрасного излучения (волнистые стрелки), в – расположение печи, экранированной с двух сторон, г – расположение печи, экранированной с трех сторон. 1 – металлическая печь с трубой, 2 – стены бани из сгораемого материала, 3 – скамейки, полки, 4 – окно, 5 – дверь, открываемая наружу, 6 – подача дров в печь, 7 – металлический экран, 8 – конвективные воздушные потоки, 9 – направления распространения инфракрасного излучения от поверхностей печи. Нормируемые размеры отступок не менее: от дверцы печи

до противоположной стены 1250 мм (всегда, вне зависимости от схемы экранирования и защиты); от неэкранированной поверхности металлической печи до незащищенных сгораемых конструкций 1000 мм в стороны и 1200 мм вверх; от неэкранированной трубы до незащищенных сгораемых конструкций 700 мм, от экранированной металлическим листом или кирпичной кладкой поверхности металлической печи до незащищенных сгораемых конструкций 500 мм в стороны и 1200 мм вверх; высота экрана – на 150 мм выше верхней поверхности (перекрыши, перекрытия) печи; экран должен выступать за размер печи не менее, чем на 150 мм.

пространения тепла в бане при установке экранов заметно изменится (рис. 136): если до установки экранов стены прогревались как за счет инфракрасного излучения, так и за счет тепла горячих конвективных воздушных потоков (восходящих над печью и нисходящих у стен), то после установки экранов инфракрасное излучение уже стен не достигает. Оно поглощается экранами, экраны нагреваются, находящийся с ними рядом воздух начинает тоже нагреваться и подниматься вверх, унося с собой тепло с экранов. Такая система, широко применяемая и в электрических печах, называется калориферной. Энергия инфракрасного излучения в калорифере трансформируется в тепловую энергию воздуха. Конвективные потоки воздуха, нагреваемые как от печи, так и от экранов, складываются и циркулируют единым образом, с той лишь разницей, что воздух вынужден теперь проникать в околопечное калориферное пространство с самого низа под экранами, что является безусловно положительным фактором для обогрева пола (рис. 136). Отметим попутно, что при наличии открытого окна (вентиляционного отверстия), где бы оно ни находилось, нисходящий поток теплого воздуха истекает через верхнюю часть окна наружу, а взамен его в баню поступает холодный атмосферный воздух через нижнюю часть окна. При этом холодный воздух как бы проваливается (тонет) вдоль стен в горячий воздух бани (рис. 136).

Металлические экраны обеспечивают повышенную пожаробезопасность металлической печи (наряду с повышенной безопасностью в отношении ожогов при касании), но средством обеспечения пожаробезопасности помещения не являются: пожаробезопасность помещения (стен, потолка,

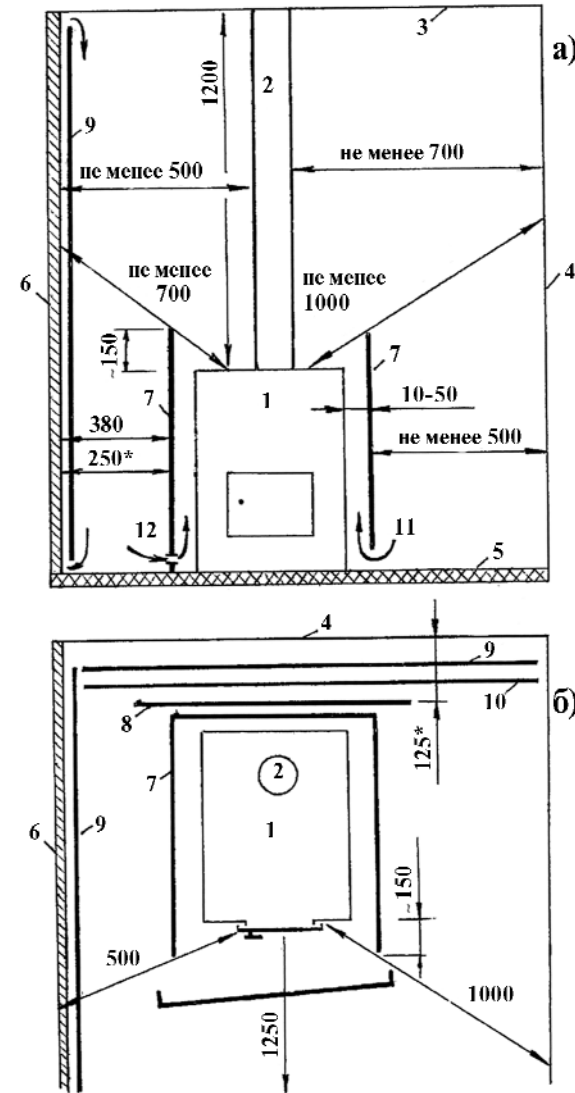


Рис. 14. Схема экранирования печи и защиты стен: а – вид сбоку, б – вид сверху. 1 – печь металлическая, 2 – труба дымовая металлическая, 3 – потолок незащищенный, 4 – стена незащищенная, 5 – пол несгораемый, 6 – стог-

раемая стена, защищенная металлическим листом по слою асбестового картона толщиной 8 мм, 7 – металлический экран печи (основной, первичный), 8 – дополнительный (вторичный) металлический экран печи, 9 – металлический экран стены (легкая одинарная металлическая изоляция по финской терминологии), 10 – дополнительный металлический экран стены (легкая двойная изоляция по финской терминологии), 11 – щель у пола для подсоса холодного воздуха, 12 – отверстия в экране для подсоса холодного воздуха. Размер отступки со звездочкой отвечает рекомендациям финских фирм, которые не подтверждаются официальными российскими строительными нормами.

полов) достигается применением защитных обшивок сгораемых элементов конструкции, о которых мы будем говорить ниже. Экраны являются элементами печи, а защитные обшивки – элементами помещения. Вместе с тем, они безусловно являются чем-то единым целым, то есть печным узлом, являющимся элементом здания. Печными экранами чаще всего занимаются конструкторы печи, а системами защиты стен – проектировщики здания по техническим условиям конструкторов. Когда вы покупаете готовую печь в магазине, вам должны дать техническую документацию на нее с указаниями о рекомендуемых правилах ее безопасной установки в помещении.

Для металлической печи экран является тем элементом, который снижает температуру внешних поверхностей до 120°C, разрешенных строительными нормами, или хотя бы до 320°C, разрешенных нормами пожаробезопасности НПБ 252-98 (неизвестно, правда, с какими отступками) для помещений с временным пребыванием людей (а без пребывания людей запрещенных). Если температура экрана превышает 120°C, то устанавливают еще один, два или более экранов так, чтобы температура внешнего экрана снизилась бы до приемлемого уровня. В банях обычно ограничиваются одним экраном. Экран устанавливают и у лицевой (топочной) стороны печи; для доступа к печной дверце лицевые экраны выполняются передвижными (на ножках) либо распашными (на петлях). Главные правила установки любых экранов заключаются в том, чтобы все расстояния от любых поверхностей печи с температурой выше 120°C до любых незагораживаемых экранами участков незащищенных стен помещения были не менее 1 метра,

а защищенных – не менее 0,7 метра (рис. 14). Расстояние 1 метр от раскаленной докрасна металлической печи до сгораемых стен считается безопасным, но российскими нормами в настоящее время не закреплено. Стандарт национальной ассоциации противопожарной защиты США №211-1984 предусматривает отступку неэкранированных твердотопливных печных аппаратов размером 0,91 м. Реальные замеры температур деревянной стенки дают такие значения: 80°C при расстоянии от раскаленной металлической печи 100 см, 110°C при расстоянии 50 см и 150°C при расстоянии 25 см. Если определить необходимую ширину и высоту экрана заранее затруднительно, то обычно делают так, чтобы экран был выше и шире печи, например, на 150 мм. Наиболее безопасным вариантом, безусловно, был бы экран во всю высоту бани до потолка, такой экран являлся бы уже не элементом печи, а элементом всего строения. Снизу экран должен иметь щель или отверстия для подсоса холодного воздуха. Для обеспечения свободной циркуляции воздуха в межэкранных калориферных зазорах (промежутках) расстояния между печью и экранами (и между экранами) принимаются равным 1–5 см, такого же размера должна быть и щель у пола. В печах заводского производства экраны обычно располагают близко друг к другу с зазорами порядка 1 см, причем высоту экранов часто принимают равной высоте печи, а межэкранный промежуток сверху закрывают декоративной металлической планкой с отверстиями для выхода горячего воздуха (рис. 15). В самодельных печах такие зазоры выдерживать трудно, да и не нужно. Удобней всего сделать зазоры пошире 5 см и более, чтобы можно было при необходимости проводить периодическую очистку калориферной системы веником или пылесосом. Экраны изготавливают из любого металла любой толщины, при недостаточной механической прочности экраны усиливают металлическими элементами (ребрами жесткости) или нашивают на металлический каркас. В печах промышленного производства иногда используют нержавеющие экраны из коррозионностойких сортов стали, но, как правило, применяют обычную углеродистую сталь, снаружи окрашенную огнестойкими эмалями. В самодельных печах часто используют оцинкованную кровельную сталь, которая до температур

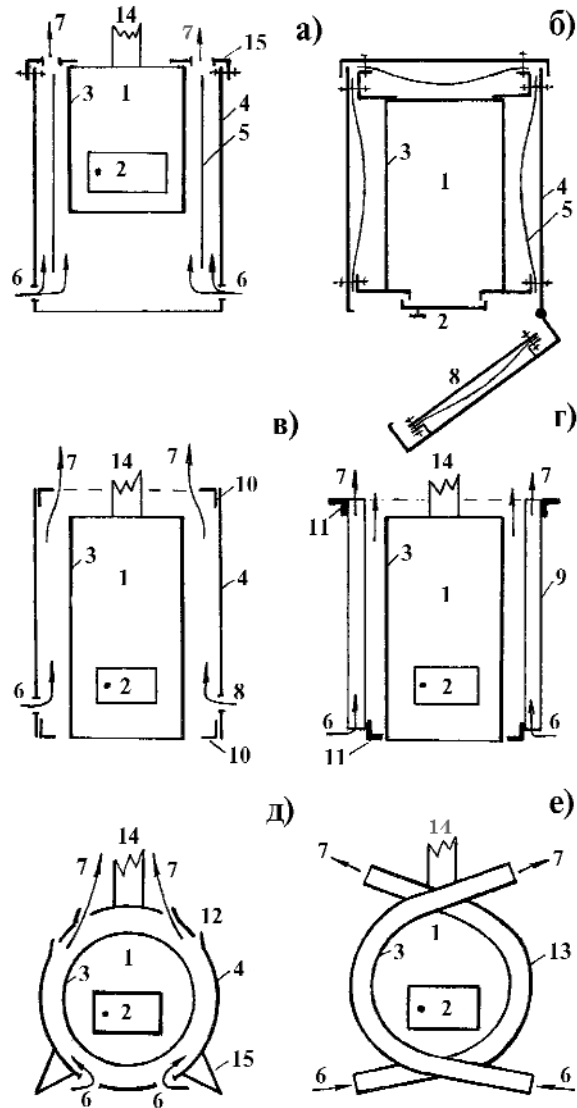


Рис. 15. Конструкция экранированных металлических печей: а – удачная схема нержавеющей печи АТ-5 длительного горения с двойным экраном разработки опытного завода «Прогресс» (142284. Московская область, г. Про-

твино, тел. 74-26-00), вид спереди; б – то же, вид сверху; в – простейшая самодельная печь с одним экраном из стали, смонтированном на металлическом каркасе из уголков; г – простейшая самодельная печь с экраном из частоткола вертикальных металлических труб (лучше с прямоугольной формой поперечного сечения); д – цилиндрическая печь горизонтальная с цилиндрическим экраном; е – цилиндрическая печь горизонтальная с экраном из согнутых труб (канадская модель). 1 – топливник, 2 – дверка топливника, 3 – стенка топливника, 4 – внешний экран, кожух печи, 5 – промежуточный экран, 6 – отверстия для ввода холодного воздуха в межэкранное калориферное пространство, 7 – отверстия для вывода горячего воздуха из калориферного пространства, 8 – экран передней стороны печи распашной, 9 – частоткол вертикальных труб (в том числе прямоугольного сечения), используемый в качестве экрана, 10 – каркас сварной из уголков, 11 – каркас из уголков для сборки системы труб сваркой, 12 – воздуховыводные отверстия в экране, 13 – система согнутых труб, сваренных с листовыми вставками в единый корпус-экран печи, 14 – дымовая труба, 15 – ножки печи.

150–200°C хорошо сохраняет свои антикоррозионные свойства. При этом ближайший к печи экран из оцинкованной стали обычно со временем покрывается белым налетом окисленного цинка. Окись цинка хорошо известна как белый пигмент, широко используется при производстве декоративных и грунтовочных красок, не так уж токсична, хотя предельно допустимая концентрация ее в воздухе рабочих помещений 0,5 мг/м³ намного ниже предельно допустимой концентрации другого широко применяемого в производстве красок белого пигмента двуокиси титана 10 мг/м³. Поэтому в строительстве распространено мнение, что оцинкованная сталь вредна для здоровья (в частности органов дыхания) в условиях повышенных температур. В действительности же это относится лишь к огненным работам с температурами выше 1000°C (электрическая и газовая сварка, резка абразивом и т.п.), когда цинк сгорает с возможным выделением газовой окиси цинка (в виде белого дыма), например, при сварке оцинкованных труб или стальных деталей, ранее окрашенных цинковыми белилами. Поэтому при изготовлении экранов из оцинкованной стали рекомендуется периодически протирать экраны смоченной водой тряпкой для удаления налета пылеобразной окиси цинка. Применяют сталь и с другими высокотемпературными

покрытиями (алюминиеоцинкованную листовую сталь, используемую финскими компаниями, анодированную, хромированную и т.п.), хотя температура экранов редко превышает 300°C, и можно вполне использовать обычную окрашенную черную сталь. В качестве экранов можно использовать различного рода фигурные, в том числе цилиндрические стальные обечайки, системы параллельных примыкающих друг к другу стальных труб (вертикально установленных частоколом или изогнутых «рогатых» по канадской модели), а также стенки из любых термостойких материалов (асбоцементные, бетонные, глинобитные, гипсовые, кирпичные и т. п.) с учетом их известных недостатков. В данной книге рекомендуются только листовые металлические экраны, позволяющие изготавливать надежные малотеплоемкие печи, пригодные для использования зимой в условиях «быстрой бани».

Часто встречается мнение, что установка металлического экрана вокруг металлической печи эквивалентна условно переводу ее в разряд кирпичной печи (по крайней мере по параметрам температуры наружной стенки и уровню инфракрасного излучения). Столь же крайне условно наличие одного экрана можно было бы рассматривать как перевод стальной печи в разряд кирпичной печи с толщиной стенки 65 мм (четверть кирпича), а двух экранов – кирпичной печи с толщиной стенки 120 мм (полкирпича). В этом случае в соответствии с СНиП 2.04.05-91* размеры отступок печи от незащищенных стен могли бы быть снижены до 380 мм (от дыма), однако ни указанные строительные нормы и правила, ни одна отечественная или финская организация-производитель металлических печей столь малых размеров отступок не разрешает: вне зависимости от типа и материалов экранировки, количества экранов размер отступки от наружного экрана до сгораемой конструкции должен быть не менее 500 мм.

Отсутствие в нашей стране строгих и вразумительных строительных норм и правил в части печей, особенно металлических, на самом деле является реальной проблемой. В этом легко убедиться, изучая противоречивые порой, со множеством опечаток в официальных изданиях, малоконкретные требования СНиП 2.04.05-91*. Например, совсем непонятно, как обеспечить требуемую защиту устья дымовой трубы от атмо-

сферных осадков, если установка каких-либо зонтов и насадок вообще запрещена. Также остается неясным вопрос, можно ли изготавливать системы защиты конструкций зданий от возгорания без применения асбестового картона, можно ли заменить асбокартон на асбоцементные листы (широко рекомендуемые финнами) или другой негорючий современный теплоизолирующий материал и т. д. Кроме того, противопожарные нормы НПБ 252-98 допускают иные параметры безопасности, в частности для металлических печей разрешают температуру внешних поверхностей до 320°C. В результате все проектные решения следует предварительно обговаривать с конкретными органами пожарного надзора. В реальной же практике беспроектного строительства сплошь и рядом можно встретить случаи самостоятельной проводки садоводами экранированных дымовых труб через сгораемые перекрытия вообще без разделки и установки экранированных металлических печей чуть ли вплотную к сгораемым конструкциям, к поленицам дров, к деревянной мебели лишь на том основании, что стенки печей и труб при топке остаются якобы холодными. Действительно, при нормальной работе качественно изготовленных печей их внешние экранированные стенки не нагреваются до существенно высоких температур и даже бывают холодными (также, впрочем, как и стенки кирпичных печей), но это вовсе не означает, что печи являются пожаробезопасными. Стоит металлической стенке трубы или топливника прогореть, дну топливника отвалиться или швам кирпичной кладки выкрошиться, тут же возникает реальная опасность пожара (особенно при «разгоне» печи), которого вовсе не ждут. Причин аварии может быть множество (банальных или неожиданных), на них мы даже не будем останавливаться (вспучился фундамент кирпичной печи, подбросили слишком много дров, плеснули ведро воды на печь, и стенки треснули, бросили в топку вместо дров ведро угля, вносили в баню для сушки бревно и сшибли дымовую трубу горячей печи и т. п.). Существенно то, что при прогаре, например, стенки металлического топливника (и при последующем неизбежном перегреве металлического экрана) не должна возникнуть опасность немедленного пожара, для чего рядом расположенные сгораемые элементы помещения

должны быть удалены от печи (путем отступки) и при возможности изолированы от потенциального очага возгорания противопожарными защитными покрытиями (металлическими листами, штукатурками, пропитками и т. п.). Многие предпочитают наличие дополнительных (но необязательных) мер по обнаружению возможной опасности возгорания: электронные оповещатели о задымлении помещения, сигнализаторы повышения температур у потолка, химические метки, дающие характерный запах при перегреве, в частности, органические краски, сублимирующие покрытия, шерстяные (войлочные) прокладки.

Мы так подробно останавливаемся на вопросах пожаробезопасности потому, что в случае применения металлических печей этот вопрос является самым главным для бань. Тем не менее современная банная литература за исключением редких случаев освещает эти вопросы крайне скудно и мимоходом. Но ведь известно, что русские города в течение многих веков горели в основном от двух бед: войн (захватов, волнений, беспорядков, бунтов) и бытовых возгораний бань. Поэтому в свое время в городах сначала стали исчезать черные бани с открытыми очагами, а затем и сами бревенчатые бани; именно в городах по этой причине появились белые бани с кирпичными печами и каменными помещениями (с возможным ограниченным сохранением внутренней обшивки стен и полов деревом). Таким образом, вопросы пожаробезопасности и в истории были настолько важны, что в свое время практически безоговорочно поставили крест на технической конструкции открытого очага черной бани (читай настоящей русской и финской бани). Даже в деревнях появились белые бани типа городских с максимальным использованием кирпича и камня. Мы же говорим в этой книге о совсем другом техническом пути развития черной бани (в сторону повышения пожаробезопасности и комфортности) — о бане совсем без кирпича, но с металлом вместо кирпича. Этот путь развития индивидуальных автономных бань для загородных условий нашел в свое время широкое мировое признание во многом благодаря энергии и предвидению выдающегося финского предпринимателя по фамилии Харвия, который полностью изменил с 50-х годов XX столетия облик финской

бани и сделал так, что настоящей финской баней стали считать суховоздушную баню с металлической печью (о которой раньше финны и понятия не имели и пользовались как и русские обычными черными дымными и белыми кирпичными очагами). Причем этот путь развития бани сопровождался повышением пожаробезопасности металлических печных узлов. Многие технические решения фирмы Харвия стали общепринятыми, базисными для всех современных разработок банных печей. В то же время лидерские рекомендации фирмы зачастую пока не подтверждаются национальными противопожарными нормами. Так например, забегая вперед укажем, что столь малые размеры отступок при двойном защитном экранировании деревянных стен (см. рис. 14) беспрецедентны для российской нормативной практики. В связи с этим, переходя от рассмотренных выше вопросов экранирования печей к аспектам противопожарной защиты стен помещения, мы должны однозначно пояснить, что пожаробезопасных бань в принципе существовать не может. Как бы качественно ни была изготовлена печь, какие бы ни делались отступки и теплоизоляция, все равно остается некая вероятность загорания бани, если не из-за аварий, халатности или форс-мажорных обстоятельств, то хотя бы из-за того простого факта, что печь во время разогрева бани должна как можно сильнее прогреть объем помещения, а стены бани должны как можно лучше это тепло от печи сохранять и не отдавать наружу. В результате при достаточно большой закладке дров в топливник любая баня, особенно с металлической печью, может нагреться внутри до критических температур, и что-нибудь в ней загорится. Кстати говоря, именно по причинам возможности возгорания бани из-за тривиального перегрева работу электропечей суховоздушных (финских) бань ограничивают по времени — не более 8 часов непрерывно или в сутки (СНиП 2.09.04-87 «Административные и бытовые здания» и СНиП 2.08.02-89 «Общественные здания и сооружения»), а финны применяют электронные системы, отключающие электропитание банных электропечей при нагреве воздуха у потолка бани выше 140°C. С дровяными печками сложнее, их электроникой так просто не погасишь. Но различных способов автоматически ограничить подачу воздуха в печь при пе-

регреве потолка можно придумать много, вопрос лишь в практической целесообразности.

В отношении печного отопления по российским нормам пожаробезопасной является стена (перегородка) с пределом огнестойкости 1 час и более и пределом распространения пламени 0 см. К такой стене (перегородке) любую печь можно поставить хоть вплотную, то есть расстояние от наружной поверхности печи или дымового канала (трубы) до такой стены (перегородки) не нормируется (Приложение 16 к СНиП 2.04.05-91). Поэтому идеальным вариантом было бы создать внутри бани такую пожаробезопасную стену и придвинуть к ней металлическую печь (или вмонтировать ее в стену, например так, чтобы печь топилась из предбанника, а тепло отдавала в баню). Этот вариант используют очень часто. Но дело в том, что при ограниченных площадях бани таких пожаробезопасных стен для печи требуется как минимум две, и баня фактически превращается, по крайней мере частично, в кирпичную (стена ведь имеется в виду от пола до потолка и шире печи по крайней мере на размер официальной отступки 500 мм). Для обеспечения быстрой протопки помещения бани до высоких температур (а эта задача нами ставится в первую очередь), эти кирпичные стены надо капитально утеплить изнутри бани негорючим малотеплоемким материалом с низкой теплопроводностью (например, минватой в матах) и изолировать сверху металлическим листом. Такие продвинутые решения в российской практике встречаются очень редко. Ну и конечно совсем не встречается самый лучший вариант: полностью каменный (кирпичный, бетонный, пенобетонный) домик бани с основательно утепленными и пароизолированными негорючими материалами стенами, в котором печь ставь куда хочешь, обеспечь лишь пожаробезопасность мебели, пола и потолка (которые, кстати, тоже можно изготовить из негорючих материалов). Вот так и получается идеальная негорючая баня, причем вовсе не турецкого типа. Между прочим, для такой идеальной негорючей бани все равно, пожароопасна печь или нет. То есть становится совершенно ясным, что пожароопасность печи и пожароопасность здания понятия совершенно различные. Но экраны у металлической печи тем не менее даже в такой бане необходимы хотя бы для того, чтобы обеспе-

чить безопасную температуру поверхности внешних стенок не более 120°C, необходимую по нормам для временного нахождения людей (то есть экраны не играют роли всеобъемлющего средства противопожарной безопасности).

Каменная баня очень хороша, но очень дорога, требует хорошего надежного фундамента. Но ведь есть еще одно хорошее решение: использовать стену из металлических двухслойных панелей типа «сэндвич» с негорючим утеплителем внутри типа той же минваты. Разберем и этот вариант, попутно выясним, что же такое пожаробезопасная стена с огнестойкостью 1 час и более.

При разработке правил и нормативов пожарной безопасности научные специалисты противопожарной обороны вынуждены отталкиваться от каких-то пусть условных (но близких к разумным) критериев допустимости или недопустимости применения различных типов строительных конструкций, материалов, принципов застройки, методов и средств тушения и предупреждения пожаров. В результате систематической изыскательной работы и многодесятилетней практики в нашей стране создана сложнейшая, но достаточно стройная система категорирования строительных материалов, сооружений и производств по степеням и категориям опасности (в том числе пожарной) и нормирования технических строительных решений по категориям опасности. Принадлежность здания, например, к наиболее пожаровзрывоопасной категории А по НПБ 105-95 влечет за собой необходимость использования жестких по СНиП 21-01-97 классов проектных решений и применения конструкций с повышенной огнестойкостью. Так вот для печей когда-то была установлена условно безопасная огнестойкость прилегающих стен 1 час. Для другого оборудования и для других категорий зданий требуемая огнестойкость стен может быть существенно иной.

Экспериментальное определение огнестойкости строительных конструкций по ГОСТ 30247.0-94 весьма сложно: конструктивный элемент в натуральную величину подвергают воздействию опытного стандартного пожара в специальной печи и одновременно подвергают воздействию нормативных механических нагрузок. Стандартный пожар характеризуется повышением температуры в очаге горения в соответствии со стан-

дартной температурной кривой, рекомендованной в 1966 году Международной организацией по стандартизации (рис. 16). Указанная кривая при испытаниях должна соблюдаться с точностью 10%. Фиксируют время с момента начала опытного пожара до момента наступления одного из признаков:

– потеря несущей способности, устойчивости, то есть обрушение (условно обозначается индексом R с указанием времени до обрушения в минутах, например, R(120) означает, что конструкция обрушилась через два часа),

– потеря целостности, образование сквозных трещин или отверстий (в том числе и из-за прогара), через которые на необогреваемую поверхность (сторону) конструкции проникают продукты горения или пламя (условное обозначение E, например, для штукатурки по дереву E(10) означает, что через 10 минут в штукатурке образовались трещины, через которые пламя может достичь деревянных элементов),

– потеря теплоизолирующей способности, то есть повышение температуры на необогреваемой поверхности (стороне) конструкции в среднем более, чем на 140°C или в любой точке этой поверхности более, чем на 180°C по сравнению с температурой конструкции до испытания (условно обозначается I, например, для штукатурки по дереву I(10) означает, что через 10 минут внутренний слой штукатурки нагрелся до 180°C и может воспламенить деревянные элементы).

Предел огнестойкости определяется:

– для колонн, балок, арок и рам потерей несущей способности R,

– для наружных несущих стен и покрытий потерей несущей способности и целостности RE,

– для наружных ненесущих стен потерей целостности E,

– для ненесущих внутренних стен и перегородок потерей целостности и теплоизолирующей способности EI,

– для несущих внутренних стен и противопожарных преград потерей несущей способности, теплоизолирующей способности и целостности REI.

Поскольку печи в зданиях рекомендуется размещать у внутренних стен и перегородок из негорючих материалов, предусматривая использование стен для размещения дымовых каналов (п. 3.69 СНиП 2.04.05-91), то имеются в виду в первую

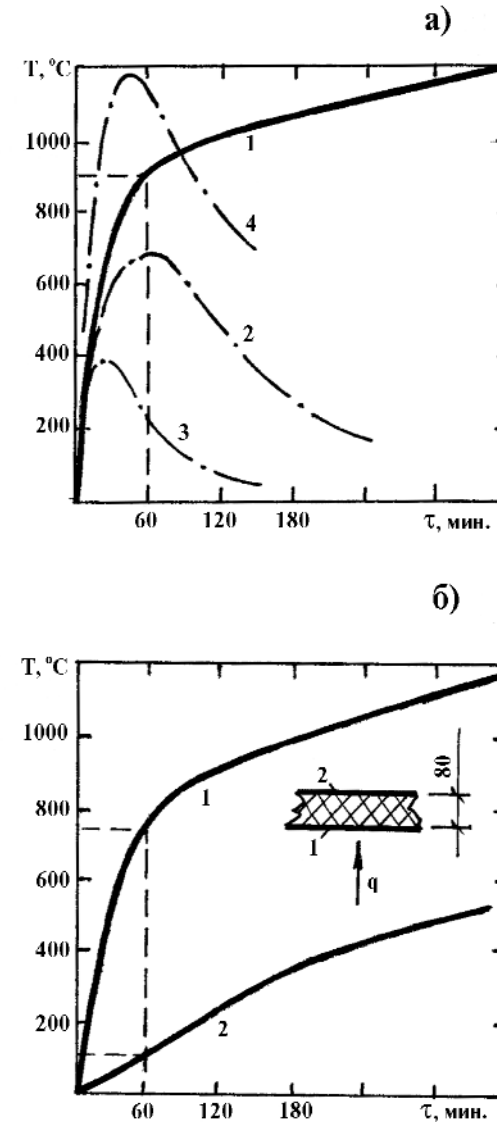


Рис. 16. Временные зависимости температур при пожаре: а – температура в очаге горения: 1 – стандартная температурная кривая пожара, 2, 3 и 4 – фак-

тические температурные кривые реальных пожаров в помещениях при горении различных материалов в количестве 50 кг/м² (древесина в досках штабелями 2, бумага в рулонах 3 и полистирол 4 соответственно); б – температура бетонной плиты перекрытия толщиной 80 мм, нагреваемая снизу стандартным пожаром: 1 – температура нижней обогреваемой поверхности, 2 – температура верхней необогреваемой поверхности. Пунктиром иллюстрируются параметры, достигающиеся при пожаре длительностью 1 час.

очередь несущие внутренние стены, играющие роль и противопожарных преград, то есть их огнестойкость следует принять REI(60). Интересно отметить, что степень огнестойкости стены REI(60) дает возможность разместить печь или дымовой канал (трубу) в самой стене без разделок и отступок, но само собой разумеется использовать саму такую стену в качестве элемента печи или дымохода нельзя хотя бы по требованиям термостойкости материала стены, то есть сначала надо сделать саму печь и дымоход из кирпича или металла и только после установки печи и дымохода можно объединить стену, печь и дымоход в одно целое путем, например, заделки проемов (с сохранением зазоров для термического расширения) штукатурной смесью желательно на глиняной основе. В случае наличия патрубков длиной не более 0,4 м для присоединения печей к дымовым трубам предел огнестойкости конструкции должен быть не ниже REI(45) по п. 3.87 СНиП 2.04.05-91.

Стандартная температурная кривая пожара, принятая в основу методики, является весьма условной усредненной зависимостью температурного режима реальных пожаров. Фактические температуры на реальных пожарах могут быть выше или ниже стандартной температурной кривой (см. рис. 16а). Кроме того, стандартная температурная кривая построена в предположении наличия неограниченного количества горючих материалов; в действительности их количество всегда ограничено, в связи с чем ограничена и продолжительность реальных пожаров. Так или иначе, из рис. 16 следует, что в течение первого часа реального пожара могут развиваться температуры до 900°C. Бетонные плиты перекрытий при этом нагреваются снизу до 700–800°C, а верхняя необогреваемая сторона перекрытия нагревается до температур порядка 100°C. Само собой разумеется, что ни древесина, ни пластические массы

(даже армированные) при этих температурах материалами огнестойких стен быть не могут. Даже при глубокой огнезащитной пропитке (50–75 кг сухих солей на 1 м³ древесины) наблюдается обугливание древесины со скоростью порядка 1 мм/мин. Известково-алебастровая или известково-цементная штукатурка обеспечивает защиту от возгорания деревянной конструкции в течение первых 15–30 минут пожара REI(15–30), причем обычная штукатурка разрушается или в ней возникают трещины раньше, чем слой штукатурки прогревается до температуры самовоспламенения древесины. Нанесение штукатурных растворов по металлической сетке в значительной степени уменьшает возможность появления трещин и отслоения штукатурки в условиях пожара. Взамен штукатурки для отделки деревянных стен и перегородок внутри сухих помещений часто используют гипсоволокнистые плиты и асбоцементные листы, по своим огнезащитным свойствам не уступающие штукатурке на основе гипса (алебастра) и цемента (но могут со взрывом разлетаться на куски при быстром перегреве ввиду хрупкого разрушения под напором выходящего пара кристаллизационной воды). Огнестойкость гипсокартонных листов (сухой штукатурки) значительно ниже, так как в условиях воздействия огня гипс отдает кристаллизационную воду и рассыпается уже через 10–15 минут. Значительный эффект дает использование вспучивающихся обмазок, сходных по составу с применяемыми обмазками для защиты металлических конструкций: предел огнестойкости обработанных ими деревянных конструкций может быть повышен до 45 минут.

Температуры порядка 900°C плохо переносят и каменные материалы: гранит начинает разрушаться при 600°C, известняки при 800°C, бетоны при 400–600°C, керамический и силикатный кирпич при 700–800°C. Однако благодаря своей массивности и сравнительно небольшой теплопроводности каменные материалы всех типов хорошо сопротивляются воздействию пожара и могут прогреваться до критических температур часами. Стенки толщиной 250 мм из всех этих материалов (в том числе пенобетонов и газосиликатов) можно считать пожаробезопасными REI(60). Очень высоким пределом огнестойкости обладает глиняный кирпич (по литьевой формовочной технологии), удовлетворительно выдерживаю-

ший нагревание до 900°С, однако такие стены могут иметь недостаточную огнестойкость по теплоизоляционному признаку. Кирпичная стена толщиной 65 мм (в четверть кирпича) часами противостоит огню в условиях работы в качестве стенки печи ограниченных размеров (с сильным теплоотводом вдоль стен), но в условиях реального объемного одностороннего пожара стена большой площади может прогреться настолько сильно, что температура противоположной (необогреваемой) поверхности стены превысит 180°С, что может привести в свою очередь к возгоранию за стеной не только специфически легковоспламеняющихся веществ, но и обычных деревянных строительных материалов. Древесина имеет стандартную температуру самовоспламенения (самовозгорания) 330–470°С, температуру воспламенения продуктов разложения древесины 270–300°С, но при длительном нагреве в связи с возможностью образования пирофорного угля иногда способна самовоспламениться уже при температурах 130–140°С, а опилки (и нестроганная поверхность древесины) даже при 110°С. Поэтому для безусловного выполнения требований огнестойкости I(60) необходимо применять кирпичные стены толщиной не менее 120 мм (в полкирпича).

Сложнее дело обстоит с металлическими конструкциями. Дело в том, что все стальные изделия при нагреве обратимо или необратимо теряют свои прочностные свойства ввиду потери упругости, термического отжига закаленных элементов, потери легирующих добавок, перекристаллизации, что широко используется в металлообработке, в частности в кузнечном деле. Относительное снижение сопротивления (прочности) сталей в зависимости от температуры их нагрева в напряженном состоянии иллюстрируется следующей таблицей:

Температура, °С	0°	400°	500°	600°	700°
Сталь горячекатаная Ст3	1,0	1,0	0,66	0,37	0,15
Сталь горячекатаная упрочненная вытяжкой Ст5	1,0	0,99	0,63	0,24	0,06
Термически упрочненная сталь	1,0	1,0	0,69	0,15	0,01
Обыкновенная арматурная проволока	1,0	0,69	0,34	0,07	0,00

Таким образом, даже обычная сталь незакаленного (неупрочненного) сорта марки Ст3, полностью обратимо восстанавливающая свои механические прочностные свойства после нагрева и охлаждения, начинает терять сопротивление и свою несущую способность уже при температурах порядка 500°С. Несущие балки, например, прогибаются даже под своей тяжестью, а при значительных внешних нагрузках могут совершенно потерять устойчивость, согнуться и обрушиться. Большое значение могут играть и эффекты коробления при локальных термических расширениях металла (в частности, деформации металлических дверей при пожарах, столь частые в городской практике). Поэтому уже давно в нашей стране на основе анализа последствий пожаров разного рода металлических конструкций (эстакад, перекрытий нефтехимцехов, рамных пролетов, каркасно-навесных ангаров и т. д.) огнестойкость всех без исключения незащищенных стальных конструкций принята равной 0,25 часа R(15), а при применении вспучивающихся защитных покрытий – до 0,75 часа R(45). Именно поэтому в нашей стране уже давно запрещено строительство ответственных (в том числе высотных) зданий с несущими металлическими конструкциями уже незащищенного типа, особенно из закаленных и термически упрочненных сталей. Катастрофическое обрушение небоскребов в Нью-Йорке, построенных с применением стального каркаса, подтвердили справедливость подобных запретов – здания простояли ровно столько, сколько им полагалось простоять по нашим действующим пожарным нормативам. Причем, здания высотой 300 метров выстояли (оба!) под действием прямых ударов двухсоттонных самолетов, но обрушились (оба!) в течение часа под действием последующего пожара. Поэтому везде, где возможно (и разумно), металл в напряженных несущих конструкциях меняют на железобетон. Кстати, именно из-за возможной потери несущей способности балок дымовые трубы и дымовые каналы запрещено располагать ближе, чем 130 мм от металлических балок, хотя последние и не горючи.

Возвращаясь к двухслойным металлическим панелям типа «сэндвич», сразу скажем, что современные строительные нормативы для них установлены исходя из огнестойкости несущих

ших конструкций, на которых они смонтированы. Так как в подавляющем большинстве случаев панели навешиваются на легкий металлический каркас (а иногда даже на деревянный), огнестойкость панельной конструкции принята 0,25 часа, то есть REI(15). Имеются образцы новых панелей фирмы ISOTHERM с минеральной ватой толщиной 100 мм, сертифицированные на огнестойкость EI(60), но не обеспечивающие несущую способность при пожаре. Таким образом, несущие стены со стальными сэндвич-панелями даже с засыпкой огнупорным утеплителем (например, перлитом, вспученным вермикулитом) по нормативам нельзя располагать вплотную к печи. Это кажется парадоксальным: сама ведь печь изготовлена из такого же металла и бывает, что имеет засыпку из перлита (в случае муфельных печей), но вплотную к панельной стене из тех же материалов ее поставить нельзя. Здесь мы опять сталкиваемся с тезисом, что пожароопасность печи и пожаробезопасность здания вовсе не одно и то же. Но как быть со здравым смыслом? Здесь можно было бы и пошутить: мол, хороший проектировщик и хороший юрист — это не те, кто хорошо знает все правила, а тот, кто умеет обходить установленные правила (законы, нормы) с помощью «обоснованного» использования других правил. Действительно, проектировщик может заложить в проект панель, но при этом пояснить, что вплотную к печи стоит вовсе не стеновая панель, а якобы, к примеру, заградительный экран или разделка. Само собой разумеется, экран не может разделить одно помещение на два с разными категориями опасности или нести нагрузку от перекрытия.

Не будем обсуждать, как методологически обходить правила. Безопасность надо обеспечивать в первую очередь, во всяком случае неукоснительно соблюдать российские порой противоречивые, но не столь уж глупые нормы. Однако, поскольку эта книга предназначена для специалистов, рассмотрим нормативные последствия самого простого инженерного предположения: для нашей печи столь большая огнестойкость стены 1 час не требуется, причем не требуется огнестойкость сразу по трем параметрам, так как для внутренних ненесущих стен потеря несущей способности не актуальна.

Действительно, при огнестойкости стен 1 час к ней можно примыкать абсолютно любую печь (даже очень большую, по-

стоянно работающую и крайне раскаленную и, может быть, крайне ненадежную, изготовленную случайными людьми): все равно пожар не сможет обрушить стену, а если он случится, за это время можно его обнаружить и, по крайней мере, безопасно покинуть помещение. Но если у нас печь банная, работает недолго, причем заведомо очень надежна (например, финны считают, что их печь вообще прогореть не может), и в ней так мало дров, что они даже при аварии печи не способны при разовой протопке воспламенить даже, например, деревянную оштукатуренную стену, то огнестойкость стен, равная 1 часу, является явно излишней. Но кто может установить, какая должна быть огнестойкость или какова должна быть защита стены? Естественно, такое заключение могут дать только изготовители печи на основе уровня качества продукции, технических показателей, расчетов, измерений, испытаний. В п. 3.80 СНиП 2.04.05-91 так и сказано: «отступку-пространство между наружной поверхностью печи, дымовой трубы или дымового канала и стеной, перегородкой или другой конструкцией здания, выполненных из горючих и трудногорючих материалов, следует принимать в соответствии с обязательным приложением 16, а для печей заводского изготовления — по документации завода-изготовителя.» Завод-изготовитель может установить размер отступки равным нулю. Естественно, свою техдокументацию завод-изготовитель должен согласовать с органами пожарного надзора. При желании вы сами лично можете выступить в качестве официального разработчика и изготовителя печи и, получив лицензию, согласовав документацию на печь и на ее производство, узаконить правила ее безопасной установки в помещении. К сожалению, отечественные бытовые, в том числе банные печи выпускаются в своей основной массе случайными мелкими металлообрабатывающими предприятиями, не имеющими ни малейшего желания тратить деньги и усилия на разработку и согласование каких-то уникальных технических решений. Поэтому их технические паспорта обычно содержат известные нормативные рекомендации «для любых печей». Что касается импортных печей, изготовленных специализированными высокотехнологичными фирмами (финскими, канадскими), то они обычно имеют лишь сертификаты соответствия нашим

ГОСТ 9817-95 (хотя этот стандарт на печи без водяного контура не распространяется) и НПБ 252-98 на пожарную безопасность самой печи. Сертификаты предназначены только для формального предъявления таможне и удостоверяют лишь, что печи могут быть установлены в соответствии с нашими правилами и нормами (а не нормами завода-изготовителя). Техдокументация в части правил установки печи в помещении, согласованная с пожарным надзором в соответствии с постановлением правительства РФ № 849 от 23.08.93, даже у таких солидных фирм отсутствует, то есть все рекомендуемые иностранными фирмами режимы отступок (а уж разделок абсолютно точно) в нашей стране формально незаконны. Остается только надеяться, что если печи и трубы безопасны в Финляндии, то они безопасны и в России. Впрочем, такая ситуация наблюдается по многим видам бытовой техники, а с учетом специфики работы наших органов сертификации не следует удивляться реальным случаям выдачи сертификатов соответствия финских печей нашим ГОСТам, совсем не относящимся к печам или уже давно замененным на новые. Оформление таких сертификатов никакого отношения к нашей безопасности не имеет, что бы там не говорили компетентные органы. В еще большей степени это относится и к отечественным печам. Наличие документации еще вовсе не означает, что следует смело и формально ей следовать: проверьте надежность купленной печи при контрольных топках вне помещения на максимально возможной мощности при максимальной закладке дров и максимально открытых воздухозаборных устройствах, оцените температуры элементов, проверьте качество сварных швов, убедитесь в отсутствии коробления, при необходимости не поленитесь поставить дополнительные экраны и огнеупорные поддоны, гарантирующие безопасность даже при сквозном прогаре топливника. Естественно все это относится и к самодельным печам. Вы как изготовитель должны гарантировать сами себе безопасность печи и размеры отступок.

Таким образом, покупая или изготавливая, предположим, якобы абсолютно безаварийную качественную печь, мы, казалось бы, вправе рассчитывать на то, что требуемую огнестойкость стены, примыкающей непосредственно к печи,

можно снизить с одного часа до, например, 15 минут, а может быть и вовсе отказаться от категорирования ее по огнестойкости. Действительно, неужели нельзя ограничиться просто негорючей (несгораемой) стеной, зачем нам нужна ее огнестойкость, тем более такая большая? Неужели нам надо возводить массивные, порой многотонные кирпичные стены лишь для того, чтобы выиграть в бане лишние полметра площади? Да, надо. Хотя само помещение нашей бани может иметь категорию пожароопасности В4 по НПБ105-95 с четвертой степенью огнестойкости здания по СНиП 21-01-97, с ненормированными пределами огнестойкости строительных конструкций по ГОСТ 30247.0-94 и даже ненормируемыми классами пожарной опасности строительных конструкций по ГОСТ 30403-95 (то есть в бане все стены могут быть сгораемыми, и лишь одна, вплотную к которой стоит печь, должна быть огнестойкой).

Поясним это на примере печи, встроенной в стену, например, так, чтобы печь топилась из предбанника, а сама печь с топливником располагалась где-то в бане (парилке). Такая конструкция (см. рис. 17), несмотря на все свои неудобства, стала очень модной в 60–70 гг. якобы ввиду возможности поддержания чистоты в парилке, а на самом деле во многом из-за малости размеров парилки, которую могли позволить себе дачники и садоводы. Кстати именно поэтому такую планировку часто рекомендуют и финны для своих миниатюрных сверхтесных сухих саун. Так или иначе, при этой планировке невозможно обойтись без примыкания печи непосредственно к конструкции стены. При этом реально возникают все вышеописанные проблемы огнестойкости стены, казавшиеся иному читателю, видимо, крайне абстрактными, далекими от жизни и чисто методическими. Причем подчеркиваем, что в существующих помещениях бани огнестойких стен может быть раньше и не было вовсе (и не надо было делать с точки зрения пожаробезопасности и быстроты протопки), но хозяин тем не менее их устанавливает несмотря ни на что, лишь бы сделать парилку попросторнее и якобы почище.

Рассмотрим сначала кирпичную банную печь, вмонтированную в несгораемую стену (перегородку) 4 или в сгораемую стену 6 с применением несгораемой разделки 5. В чем пожар-

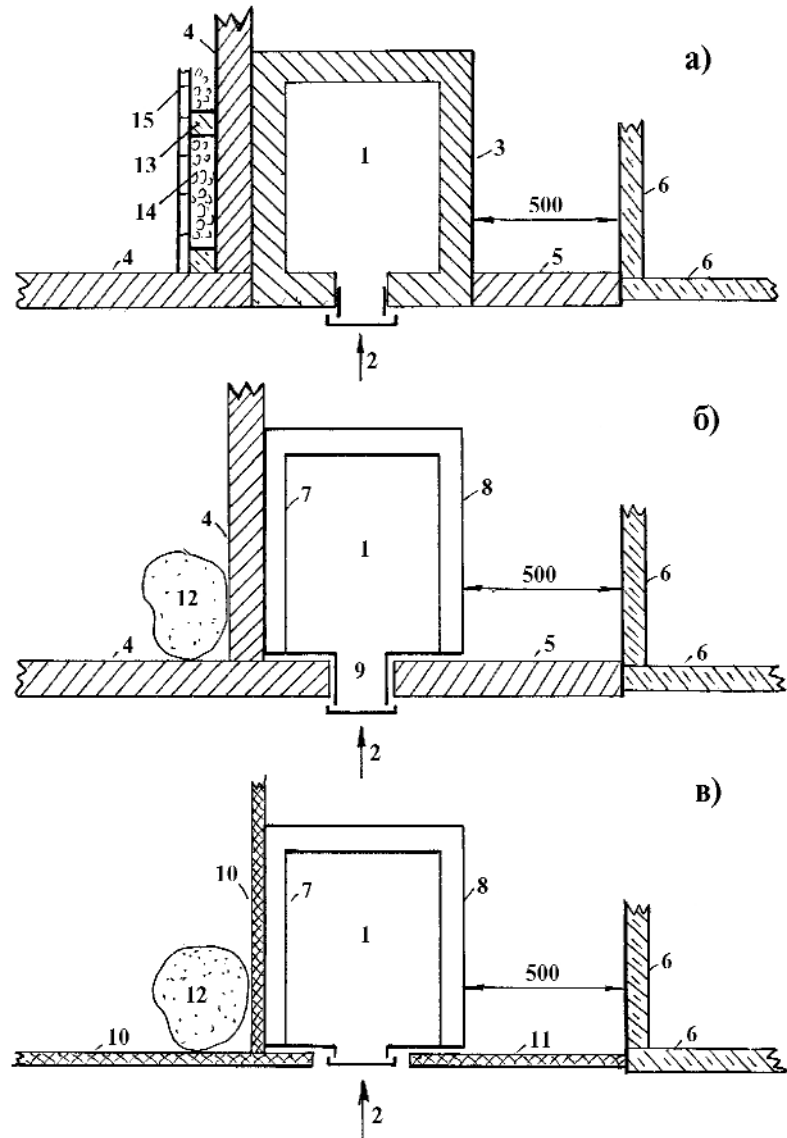


Рис. 17. Некоторые варианты схем монтажа печей в стенах (вид сверху): а – кирпичная печь в несгораемой стене, монтаж разрешен при огнестойкости не-

сушей стены REI(60) (слева) или в сгораемой стене с кирпичной разделкой (справа), б – металлическая экранированная печь в несгораемой стене, монтаж разрешен при огнестойкости несущей стены REI(60) (слева) или в сгораемой стене с кирпичной разделкой (справа), в – металлическая экранированная печь в металлической стене (перегородке) огнестойкостью R(15) из металлических листов или сэндвич-панелей (слева) – такой монтаж запрещен; та же печь в сгораемой стене с металлической разделкой (справа). 1 – топливник печи, 2 – топочная дверца, 3 – кирпичная стена топливника, 4 – кирпичная стена (перегородка), 5 – кирпичная разделка (закрытая отступка), 6 – сгораемая стена или перегородка (в частности, деревянная), 7 – металлическая стенка топливника, 8 – металлический экран печи (внешний кожух, внешняя стенка), 9 – горловина печи – удлинитель загрузочного узла топливника финского типа, 10 – металлическая стенка (однолистовая, многолистовая, сэндвич-панель с негорючим огнестойким утеплителем), 11 – металлическая разделка любой конструкции, 12 – возможное расположение сгораемых материалов (бумаги, дров, белья, лакокрасочных материалов и т. п.), 13 – бруски деревянные для крепления обшивки, 14 – теплоизоляция (минеральная вата, ДВП мягкая, пенополистирол и т. п.), 15 – обшивка (вагонка, оргалит, гипсокартонные плиты и т. п.).

ная опасность такой конструкции? Ведь при безаварийной работе ее внешние стенки не должны нагреваться выше 120°C , а такие температуры для деревянных бань не считаются опасными. Да, печь, не примыкающая к стене (перегородке), нагревается до температур не выше нормативного разрешенного уровня 120°C , но если к печи примыкает стена (перегородка), то эта стена (перегородка) для печи играет роль теплоизолятора, и поверхность печи, примыкающая к стене (перегородке), нагревается еще сильнее. При этом нормальная безаварийная работа печи создает предпосылки для ряда аварийных обстоятельств:

- перегрев стенки печи с возможным последующим ее разрушением,
- перегрев стены (перегородки) с возможным последующим ее разрушением,
- перегрев деревянных элементов на противоположной стороне стены и т. д.

Эти обстоятельства возникли из-за того, что печь стала греть не воздух (для чего она и предназначена), а элементы конструкции здания. Огнестойкость же характеризует факти-

чески стойкость конструкции при перегревах, то есть если требуется несгораемая стена со стойкостью к перегревам, то значит требуется (на профессиональном языке) огнестойкая стена. Все вышеуказанные обстоятельства в значительной степени усугубляются при появлении разрушений печи с резким увеличением тепловых нагрузок на стену (перегородку). И наоборот, разрушение стены (перегородки) может вести за собой разрушение кладки печи, а разрушение кирпичных печей особенно пожароопасно ввиду большого количества запасенной тепловой энергии в теплоемкой кирпичной кладке. В связи с этим кирпичные печи и негорючие стены не удастся зачастую примкнуть не только из-за различных фундаментов под печь и под здание.

Перегревы печей и стен устраняются организацией воздушных разрывов-отступок и кирпичных разрывов-разделок, причем при значительных размерах разделок и отступок 380–500 мм печь разрешают размещать даже около сгораемых стен 6. Отметим, что разделки 5, изготавливаемые на всю высоту печи, и считающиеся частью печи, тем не менее никогда не изготавливают в перевязку кирпичом с печью, а только как отдельные простенки с возможностью перемещения относительно печи и относительно стены.

Все сказанное можно отнести и к металлическим печам (рис. 17б и 17в). Металлические печи менее опасны, чем кирпичные печи, в части малой теплоемкости и повышенной надежностью корпуса (поэтому-то в сейсмически опасных районах кирпичные печи разрешены лишь в металлическом кожухе или каркасе). Но более опасны в части высоких температур стенки топливника (хотя внешние стенки кожуха, играющего роль внешнего экрана, бывают и холодными). Если стенки топливника примыкают непосредственно к стене здания, то тепловые нагрузки на стену могут быть очень большими, и без высокой огнестойкости стены не обойтись даже при нормальной работе печи, в том числе в части обеспечения пожаробезопасности в соседнем помещении, в котором могут располагаться сгораемые вещества 12. При наличии у печи экранов 8 между стеной и топливником имеется воздушный зазор, играющий роль калорифера и существенно снижающий тепловые нагрузки на стену. Тем не ме-

нее, если кирпичные стены (даже из многощелевого керамического кирпича прессовой технологии) никаких вопросов не вызывают (в том числе и у работников пожарного надзора), то несгораемые стены из асбоцементных или гипсовых листов не смогут противостоять последствиям возможного пожара печи. Даже если стены не являются несущими, обрушение раскаленной стены или проникновение продуктов горения в соседние помещения может явиться реальной причиной возникновения вторичных источников возгорания. То есть и в соседних помещениях придется принимать меры по обеспечению безопасности, и само понятие «стена (перегородка)» превращается в понятия типа «ширма, щит, экран», не предполагающие образования отдельного помещения и не позволяющие по-разному категорировать зоны по разные стороны от экрана. Особенно сильно это ощущается при попытках изготовить примыкающую к печи стену из металла. Действительно, изготовление стены из листового металла не обеспечивает теплоизоляционную способность, а изготовление стены из многослойных сэндвич-панелей даже с негорючим утеплителем не обеспечивает сохранение несущей способности и целостности из-за короблений и щелеобразований при пожаре. В то же время металлические элементы прекрасно работают в качестве средств предотвращения нежелательных возгораний (а не средств предотвращения нежелательных последствий возгорания, что мы имели в случае огнестойких стен): экранов, кожухов труб, корпусов печей и защитной изоляции стен. Поэтому наиболее перспективно развивать концепцию широкого применения металла для повышения безопасности отступок. Стены же целесообразно сохранять сгораемыми (но защищенными) или несгораемыми (но не огнестойкими). Требования к огнестойкости негорючих разделок и закрытых отступок в нормативных документах отсутствуют, кроме пункта о необходимости обеспечения предела огнестойкости стены в пределах отступки не менее 1 часа в зданиях детских учреждений, общежитий и предприятий общественного питания.

Конечно, современная строительная индустрия располагает методами повышения огнестойкости металлических

конструкций: не очень интересными для бань вспучивающимися обмазками, штукатурками, листовыми материалами типа асбоцемента с минеральными утеплителями и очень интересными для бань решениями типа водонаполненных металлических колонн, балок и стен. Но задаваясь себе вопросом, так ли нужно садоводу, чтобы после пожара на пепелище рядом с банной печью непременно сохранилась кирпичная огнестойкая стена, мы в этой книге однозначно отвечаем, что нет, не нужно, и полностью отказываемся от огнестойких стен в бане (хотя бы по причине их высокой теплоемкости) и используем только концепцию отступок печи от сгораемых стен в соответствии с действующими нормами. Подчеркиваем мы это потому, что до 90% всех современных банных построек в России с металлическими печами непременно используют кирпичные огнестойкие стены (или участки стен в пределах отступок когда до потолка, когда до пояса) и вовсе не только тогда, когда печь топится из предбанника: кирпич – это единственное, чему верят не только пожарные, но и строители в России. Доходит до парадоксального: банные фирмы, реализующие столь качественный финский товар и убеждающие покупателей о возможности установки металлических печей чуть ли не вплотную к дважды экранированной металлом сгораемой стене, тем не менее, получая заказ «под ключ», порой полностью со всех сторон обкладывают импортную металлическую дровяную печь кирпичными стенами в противопожарных целях и тем самым полностью перечеркивают все технические преимущества продаваемых ими металлических печей в части малотеплоемкости и скорости прогрева бани, сохраняя лишь чисто декоративные преимущества.

Переходя от проблемы огнестойких конструкций к проблеме противопожарной защиты конструкций из горючих и трудногорючих материалов покрытиями из негорючих материалов, поясним, что же такое сгораемые, возгораемые, не-сгораемые и огнестойкие конструкции, так как это создает порой предмет недоразумений. Прежде всего отметим, что термин «огнестойкость» в нормативной документации относится только к конструкциям, а не к строительным материалам, причем даже незащищенные деревянные конструкции

обладают определенной огнестойкостью в смысле способности выдерживать воздействие пожара в течение какого-то определенного времени. Чем выше термостойкость и чем ниже теплопроводность и термическое расширение материала – тем выше огнестойкость конструкции, изготовленной из этого материала. Но огнестойкость определяется не только физико-механическими свойствами материала, она зависит и от размеров конструкции: чем массивнее и чем более теплоемкая конструкция, тем дольше она нагревается и тем больше ее огнестойкость.

Термины «возгораемые», «сгораемые» и «несгораемые» применительно к строительным материалам и конструкциям в настоящее время в нормативных документах не используются. Также уже не применяются термины «невозгораемые» и «трудногорючие» (хотя эти термины и сохранились еще в старых нормах, подлежащих корректировке в частности в СНиП 2.04.05-91*). В настоящее время нормируются:

- горючесть строительных материалов по ГОСТ 30244-94,
- воспламеняемость строительных материалов по ГОСТ 30402-96,
- пожарная опасность строительных конструкций по ГОСТ 30403-95,
- трудносгораемость и трудновоспламеняемость пропитанной древесины по ГОСТ 16363-76.

Строительные материалы относятся по ГОСТ 30244-94 к негорючим (по прежней терминологии к несгораемым) при следующих значениях параметров горючести:

- прирост температуры в стандартизованной испытательной печи (со средней температурой стенок 835°C) не более 50°C,
- потеря массы за 30 минут не более 50%,
- продолжительность устойчивого пламенного горения не более 10 секунд.

Строительные материалы, не удовлетворяющие хотя бы одному из указанных значений параметров, относятся к горючим (по прежней терминологии к сгораемым).

Горючие строительные материалы в зависимости от значений параметров горючести подразделяются на четыре группы горючести в соответствии с таблицей:

Группа горючести материалов	Параметры горючести			
	Температура дымовых газов, °С	Степень повреждения по длине, %	Степень повреждения по массе, %	Продолжительность самостоятельного горения, сек
Г1	≤ 135	≤ 65	≤ 20	0
Г2	≤ 235	≤ 85	≤ 50	≤ 30
Г3	≤ 450	> 85	> 50	> 300
Г4	> 450	> 85	> 50	> 300

Определение группы горючести строительных материалов по ГОСТ 30244-94 проводят в стандартизованной шахтной печи с газовой горелкой, то есть совсем в других условиях, нежели определение факта негорючести, что является серьезным недостатком ГОСТ 30244-94 (и соответствующего международного стандарта, ради которого и был изменен российский стандарт).

Горючие материалы групп Г1 и Г2 условно соответствуют трудногорючим материалам по прежней терминологии. Горючие материалы групп Г3 и Г4 относят условно к просто горючим по прежней терминологии. В ряде случаев для оценки степени пожарной опасности отделочных и облицовочных строительных материалов кроме характеристики их горючести необходимо иметь данные о способности их воспламениться под воздействием лучистой теплоты. Для этой цели ГОСТ 30402-96 дает классификацию горючих материалов в зависимости от критической величины теплового потока, при котором возникает устойчивое пламенное горение материала от пламени внешнего источника зажигания. Горючие строительные материалы в зависимости от величины критического теплового потока подразделяются на три группы воспламеняемости: В1 – более 35 кВт/м², В2 – от 20 до 35 кВт/м², В3 – менее 20 кВт/м². Такие лучистые потоки, как мы установили ранее, вполне могут создаваться металлическими дровяными печами, поэтому учет воспламеняемости материалов при постройке бани очень важен. Подчеркнем, что речь идет не о самовоспламенении, то есть не об автоматическом загорании материала при некоторой температуре даже при отсутствии внешнего источника зажигания – искры, спички и т. п. Сущность испытания состоит в нагреве

лучистым потоком поверхности материала до некоторой температуры, при которой начинают выделяться летучие продукты термического разрушения (деструкции) материала, причем эти летучие продукты должны быть летучими газами (парами) в концентрации, достаточной для воспламенения газозооной смеси над образцом с помощью внешнего источника зажигания. В качестве источника нагрева используется инфракрасная радиационная панель (лампа) мощностью 3 кВт при размере образцов материала 165 × 165 мм, а в качестве источника зажигания летучих продуктов над поверхностью образца используется стандартизованная система зажигания с подвижной газовой горелкой. Таким образом, из-за различий методик и здесь не удается сопоставить данные по горючести и воспламеняемости материалов. Более того, по той же причине не удается сопоставить данные и по пожарной опасности строительных конструкций.

Класс пожарной опасности конструкций определяется экспериментально при тепловом воздействии на конструкцию в течение определенного времени в огневой камере со стандартным режимом, при котором испытывают конструкции и на огнестойкость (стандартный пожар), но нагружение конструкций во время испытаний не производится. Класс пожарной опасности конструкций определяет не последствия пожара (например, обрушение здания), а степень участия конструкции в развитии пожара. Класс К0 означает полную пожарную безопасность (кстати, определяемый без испытаний для конструкций, выполненных из негорючих материалов), при этом обозначение К0 (15) означает, что в течение 15 минут конструкция сохранила класс К0, то есть сама не загорелась, не разрушилась под собственным весом и не стала источником вторичных возгораний. Класс К3 означает, что конструкция не может быть рекомендована по пожарной безопасности, она и сама загорается и зажигает все вокруг: так обозначение К3(45) означает, что конструкция полностью выгорела за 45 минут. Класс К3 определяется без испытаний для конструкций, выполненных только из горючих материалов группы Г4. Классы К1 и К2 относятся к конструкциям, изготовленным с применением как горючих, так и негорючих материалов, и характеризуют промежуточные уровни пожар-

ной опасности. Отметим, что если бы печь можно было бы примыкать к стене класса К0(60) по пожарной опасности (то есть просто к негорючей), а не к стене REI(60) по уровню огнестойкости, то проблемы установки печей в бане не существовало бы, по крайней мере, в части использования металлических конструкций.

Необработанная химпрепаратами (красками, огнезащитными покрытиями) древесина относится к группе горючести Г4 и группе воспламеняемости В3, а конструкции, выполненные полностью из нее, относятся к классу К3 по пожарной опасности. Покупая в магазине неизвестный строительный материал или конструкцию для бани, поинтересуйтесь, к какой группе или классу они относятся, и сразу станет ясно, может ли ваша покупка обеспечить повышенную относительно древесины пожаробезопасность или нет. Это относится и к огнезащитным пропиткам и покрытиям: одни лишь затрудняют воспламенение древесины, другие затрудняют и горение: выбирайте те препараты, которые обеспечивают перевод древесины в группы горючести Г3, а лучше Г2. Сейчас различных новых стройматериалов и химпрепаратов настолько много, что описывать их бессмысленно, ассортимент постоянно меняется. Но если производитель серьезный, то он стремится повысить пожаробезопасность продукции, требования к которой на мировом рынке постоянно растут.

К сожалению, в нормативных документах по огнезащите древесины пропитками также имеются разночтения. Так, в соответствующих нормах пожарной безопасности даже в современной редакции НПБ 251-98 вновь возвращаются к прежней терминологии по параметрам трудносгораемости и трудновоспламеняемости в части эффективности огнезащитных химреактивов.

Степень эффективности огнезащитных составов определяется по НПБ 251-98 и ГОСТ 16363-76 «Средства защиты для древесины. Метод определения огнезащитных свойств». По результатам испытаний составы разделяются по группам эффективности:

– I группа, обеспечивающая получение трудносгораемой древесины (с потерей массы опытного образца при сгорании в определенных методикой условиях не более 9%);

– II группа, обеспечивающая получение трудновоспламеняемой древесины (с потерей массы от 9 до 30%);

– III группа, не обеспечивающая огнезащиты древесины (с потерей массы более 30%).

Теперь рассмотрим схемы противопожарной защиты стен, потолков и полов, расположенных около печи и изготовленных из горючих материалов. Ввиду огромного количества конкретных вариантов планировки обсудим вопрос чисто концептуально. Речь идет о том, что экранированную печь (с температурой внешних стенок кожуха 120°C и температурой отдельных элементов до 320°C) размещаем с нормируемой отступкой 500 мм у сгораемой (например, деревянной) стены (перегородки). Этот вариант полностью соответствует противопожарным нормам и делать какие-нибудь улучшения не обязательно (рис. 18а). Однако с целью повышения пожарной безопасности и уменьшения размера отступки до 380 мм можно защитить стену в пределах отступки металлическим листом по слою асбеста толщиной 10 мм (рис. 18б). Можно поставить между печью и сгораемой стеной дополнительную несгораемую стенку 5 (гипсовую, асбоцементную, стальную и т. п.), которая однако никак не повлияет на нормируемые размеры отступок, но, если такая дополнительная стенка гарантированно не разрушится при пожаре, то есть, если ее огнестойкость будет не менее часа, а высота до потолка, то ситуация в корне изменится, размеры отступок нормироваться вообще не будут и могут быть приняты даже равными нулю. Например, при толщине дополнительной кирпичной стенки 125 мм размер отступки может быть установлен равным толщине стенки 125 мм, что соответствует установке печи без зазоров $P=0$ (см. рис. 18г). Других технических решений СНиП 2.04.05-91 не предусматривает.

В соответствии с финскими рекомендациями, не подтверждаемыми российскими СНиП 2.04.05-91, размер отступки может быть уменьшен при установке экранов около защищаемой стены: до 250 мм при установке одного экрана и до 125 мм при установке двух экранов (рис. 18д и 18е). Таким образом два легких металлических экрана по финским нормам отступок соответствуют огнестойкости стены REI(60) по российским нормам, что напрямую подтверждается фин-

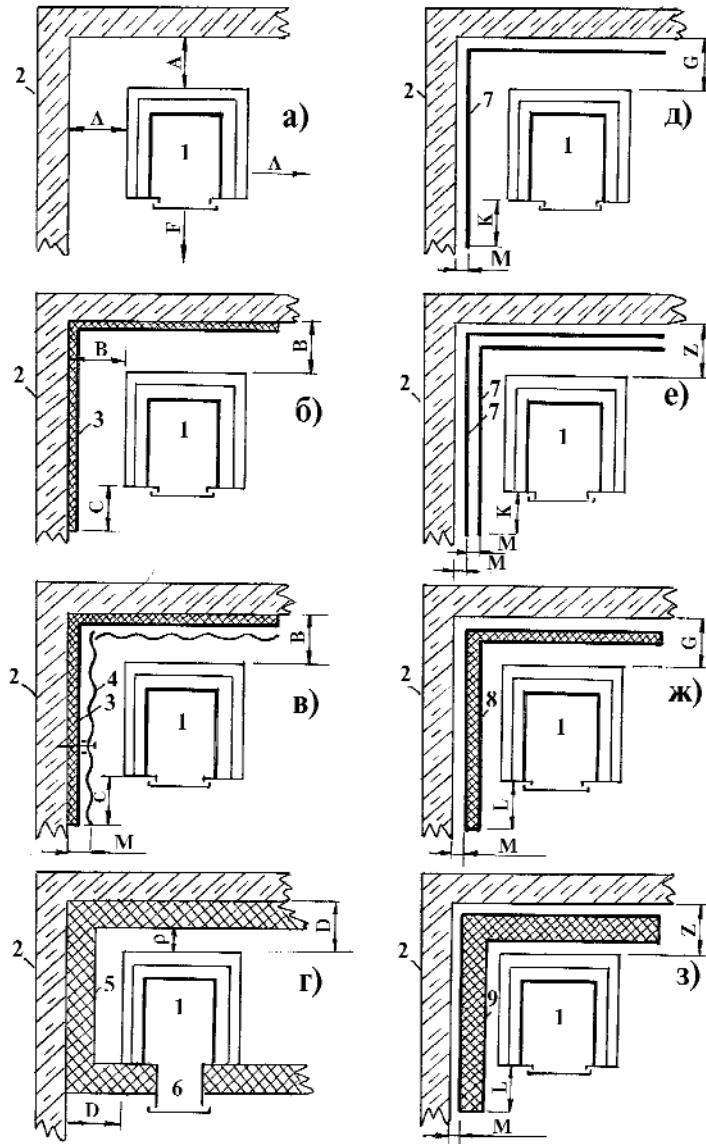


Рис. 18. Размеры отступок для экранированной печи при различных схемах защиты сгораемой стены: а – без защиты стены, б – защита стены в пределах отступки стальным листом по слою асбестового картона толщиной

10 мм по СНиП 2.04.05-91*, в – рекомендуемый вид защиты стены в пределах отступки до потолка с помощью стального листа по слою асбестового картона толщиной 10 мм и дополнительного экрана из оцинкованной гофрированной стали, г – защита стены негорючим материалом, д, е, ж, з – финские рекомендации, пока не подтверждаемые нашими нормативными документами, д – защита стены экраном из листовой стали (одинарной легкой изоляцией), е – защита стены двумя экранами из листовой стали (двойной легкой изоляцией), ж – защита стены кирпичной кладкой толщиной не менее 55 мм (вместо одинарной легкой изоляции), з – защита стены кирпичной кладкой толщиной не менее 110 мм (вместо двойной легкой изоляции).

1 – экранированная металлическая печь с одним или несколькими экранами, причем внешний экран является внешним кожухом печи (на рисунке изображен вариант с двумя экранами), 2 – стена из горючего материала (например, древесины), 3 – защита из металлического листа по слою асбестового картона толщиной 10 мм, выполняется на расстояниях не менее чем 150 мм, превышающих габариты печи вверх и в стороны (металлический лист может быть заменен штукатуркой толщиной 25 мм по металлической сетке), 4 – стальной гофрированный оцинкованный кровельный лист до потолка (или профнастил), закрепленный на стене с зазором, задающимся втулками на крепежных шурупах (гвоздях), 5 – дополнительная стенка из негорючего материала, 6 – удлиненная горловина дверцы печи для установки печи в стене, 7 – металлический лист толщиной не менее 1 мм или асбоцементный лист толщиной не менее 7 мм от пола до потолка с зазором для прохода воздуха у пола и потолка, 8 – кирпичная кладка толщиной не менее 55 мм на 600 мм выше печи и на 500 мм шире печи в каждую сторону, 9 – такая же кирпичная кладка, но толщиной не менее 110 мм.

Нормативные размеры по СНиП 2.04.05-91* (не менее): отступка от незащищенной стены $A = 500$ мм; отступка от защищенной стены $B = 380$ мм; превышение ширины и высоты защиты за габариты печи $C = 150$ мм; отступка от сгораемой стены при установке дополнительной несгораемой стенки класса К0 по пожарной опасности равна $D = 500$ мм при незащищенной стене и $D = 380$ мм при защищенной стене; D не нормируется при степени огнестойкости стенки REI(60); расстояние от дверцы печи до противоположной стены $F = 1250$ мм в любом случае.

Нормативные размеры финских рекомендаций, не подтверждаемые отечественными нормами и правилами: отступка $G = 250$ мм; отступка $Z = 125$ мм, превышение размера $K = 250$ мм; превышение размера $L = 500$ мм, ширина зазора $M = 30$ мм.

скими рекомендациями по защите кирпичной кладкой (рис. 18ж и 18з), но полностью противоречит понятию огнестойкости по ГОСТ 30247.0-94.

Подробно рассмотрев ранее проблему огнестойкости стен, мы уже понимаем, что финские нормы учитывают лишь один из признаков огнестойкости – сохранение теплоизолирующей способности. Другой же необходимый признак для внутренних ненесущих стен – сохранение целостности (который, впрочем, и будет определять зачастую сохранение теплоизолирующей способности) финские нормы не учитывают. Но ведь при пожаре листовая металл может покоробиться, выгнуться за счет теплового расширения металла в сторону стены, теплоизолирующая способность исчезнет, и пожар перекинется на защищенную якобы стену. Поэтому финны и рекомендуют использовать металл толщиной не менее 1 мм, причем с частым креплением к стене (для повышения устойчивости и предотвращения коробления). Учитывая большую теплоизолирующую способность экранов, мы предлагаем использовать экран в качестве дополнительной защиты (например, в виде декоративного гофрированного металлического листа) поверх обычной защиты в виде металлического листа, прибитого по асбестовому картону, но с обязательным сохранением нормированной отступки размером 380 мм (рис. 18в). На основе экспериментальных оценок огнестойкости такой двойной защиты размер отступки можно было бы сократить при этом по крайней мере до 260 мм, но практической необходимости в этом в условиях бани гигиенического типа нет.

Еще раз отметим, что в условиях безаварийной работы экранированной печи все прилегающие конструкции здания (и мебели тоже) должны быть холодными (с температурой не более 50°C): это обеспечивается конструкцией печи и наличием экранов печи. Противопожарная защита и экранирование стен, прилегающих к печи, осуществляется только на случай возможной аварии печи, которая может быть никогда и не случится. Но предположим, что вдруг случилась. Наиболее типичные аварии – растрескивание и выкрашивание швов в кирпичных печах, растрескивание и прогар топливника (камеры сгорания) в металлических печах. Наиболее типичное последствие – выход искр и языков пламени через сквозные

отверстия в топливнике. Более опасное последствие – вываливание горящих дров, головешек, раскаленных камней или кирпичей из поврежденного топливника или из поврежденной дверцы. В обоих случаях, если печь стоит вплотную к стене помещения, стена начинает выполнять в какой-то степени роль стенки топливника. Так как прогар стенки топливника при непосредственном его примыкании к стене помещения обнаруживается зачастую с трудом и далеко не сразу, то стена, естественно, должна длительное время и сама выстоять под действием пламени (не разгореться, не рухнуть) и не пропустить пламя через себя (не растрескаться, не разойтись по швам), и не раскалиться с тыльной (необогреваемой) стороны до температур воспламенения прочих материалов, которые могут находиться в соседнем помещении. Иными словами, вплотную стоящая к печи стена должна быть огнестойкой по всем трем параметрам огнестойкости (что мы отмечали уже – и выше). Ну а если печь расположена в удалении от стены здания? Тогда огнестойкость стены вас заинтересует только в случае возможности ее воспламенения (если она изготовлена из горючих материалов), в первую очередь, языками пламени через сквозные прогары топливника. Защита стен от воспламенения достигается нормированными размерами отступки (расстояния в полметра считаются большими по сравнению с размерами возможных языков пламени) и обивкой стен негорючими термостойкими материалами (металлом, асбестом, штукатуркой). Наличие металлических экранов вокруг печи не должно вас успокаивать – эти экраны находятся слишком близко от печи, фактически в зоне возможных языков пламени, а изготовливаются лишь для защиты от инфракрасного излучения, так что в ряде случаев могут от огня сильно нагреться, покоробиться, разойтись по швам и т. п., хотя, конечно, могут сыграть свою определенную роль в качестве временной преграды, в том числе предотвращая рассыпание горящих головешек по полу при серьезных повреждениях топливника.

Защитить стену из горючих материалов от воспламенения можно тремя способами: использованием негорючих покрытий с малой теплопроводностью, использованием листовых негорючих материалов с очень большой теплопроводностью, применением негорючих экранов-калориферов. Четвертый

способ — использование высокотеплоемких покрытий (или перегородок) из негорючих материалов (кирпича, бетона, камня) нам не подходит, так как мы в бане от теплоемких конструкций отказываемся в целях ускорения протопки бани.

Рассмотрим каждый из этих способов в отдельности (см. рис. 19). Для наглядности представим пламя, исходящее из отверстия поврежденного топливника, в виде пламени 1 обычной газовой горелки (или паяльной лампы), направленной на поверхность сгораемой (изготовленной из горючих материалов) стены 2. В точке огневого воздействия температура стены T_c возрастает и при достижении температуры воспламенения T_B загорается (рис. 19а). Подчеркнем, что воспламенение всегда происходит в какой-нибудь одной наиболее критической точке (или последовательно в нескольких точках), и, если от этой точки тепло вовремя отвести (в момент начала подъема температуры образовавшегося «уголька» при начале воспламенения), то воспламенение может и не случиться (уголек погаснет). Причем воспламенение происходит в одной какой-нибудь точке именно всегда, даже если стена нагревается строго равномерно от пола до потолка, например, излучением множества лампочек-юпитеров, равномерно освещающих всю стену. Ну а если источник воспламенения локальный (как в нашем случае пламя), то локальность воспламенения усугубляется. В случаях древесины воспламенение обычно происходит строго на заусеницах плохо строганой доски (на волоконных «лохмотьях»), то есть там, где маленький кусочек древесины в виде кончика волокна окружен пламенем или зоной с высокой температурой, а теплоотвод от него внутрь доски затруднен малым диаметром древесного волокна.

Древесина всегда имеет структурные неровности и неровности обработки. Структурные неровности — следствие капиллярно-пористого строения древесины. При срезе часть волокон отдирается, а часть перерезается прямо по клеткам. Поэтому на поверхности древесины всегда имеются возвышения, канавки, углубления и идущие вглубь каналы, когда видимые глазом, когда нет. Но всегда видна структура дерева, всегда видно, что разные участки по-разному впитывают краски и воду. Неровности обработки — результат некачественной механической обработки древесины (распиливания, обстругивания, шлифо-

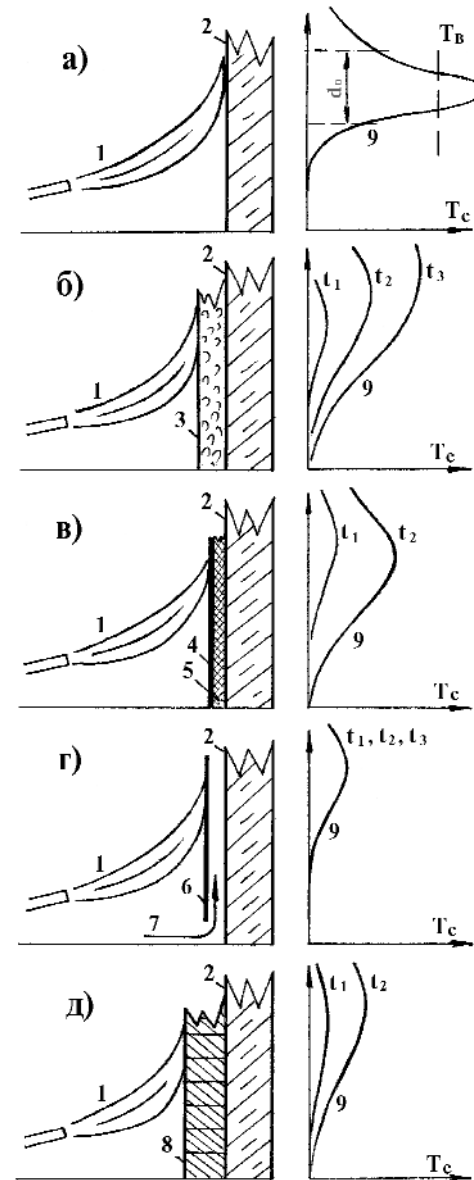


Рис. 19. Схемы различных видов противопожарных защит сгораемой сте-

ны: а – незащищенная стена, б – защита термостойким утеплителем типа базальтовой ваты, в – защита металлическим листом по асбестовому картону, г – защита металлическим экраном, д – защита термостойкой теплоемкой несгораемой стенкой (кирпичной, бетонной, глинобитной). 1 – пламя горелки, имитирующей пламя из разрушившейся стенки топливника, 2 – сгораемая стена (деревянная, пластмассовая), расположенная с отступкой вблизи печи, 3 – слой термостойкого несгораемого утеплителя (жесткая плита из базальтовой ваты), 4 – стальной лист, прибитый к стене поверх слоя асбестового картона толщиной 10 мм, 5 – асбестовый картон, 6 – экран (или несколько экранов) из металлического листа, установленного на расстоянии не менее 1 см от стены, 7 – зазор для входа воздуха снизу в межэкранное пространство (калориферный зазор для свободной конвекции воздуха), 8 – несгораемая стенка, 9 – кривые распределения температуры T_c на поверхности сгораемой стены (под защитой); T_b – температура воспламенения материала сгораемой стены; t_1 , t_2 и t_3 – возрастающие интервалы времени с момента начала теплового (огневого) воздействия на сгораемую стену; d_n – размер зоны огневого воздействия (диаметр пятна огневого контакта).

вания шкуркой и т. п.). Все эти неровности мы будем называть заусеницами. По ГОСТ 7016-82 все неровности (риски, кинематическая волнистость, неровности разрушения, неровности упругого восстановления по годичным слоям, неровности прессования и т. п.) называются шероховатостью древесины. Шероховатость измеряется по ГОСТ 15612-85 с учетом наличия отдельных оторванных волокон (ворсистой) и пучков волокон (мшистости) по размеру высот неровностей над поверхностью.

На рис. 19б представлен вариант защиты сгораемой стены слоем негорючего утеплителя. Поскольку теплопроводность утеплителя очень мала, то и тепла такой утеплитель пропускает мало, и температура сгораемой стены, казалось бы, не может достичь уровня, достаточного для воспламенения. Но дело в том, что наружная поверхность утеплителя при этом не может отвести через себя тепло и поэтому нагревается до высокой температуры, фактически до температуры пламени. Поэтому в качестве утеплителя можно использовать только термостойкие материалы, например, базальтовую вату (с температурой плавления 900–1200°C и с рабочей температурой до 750°C), но не стекловату (с температурой плавления

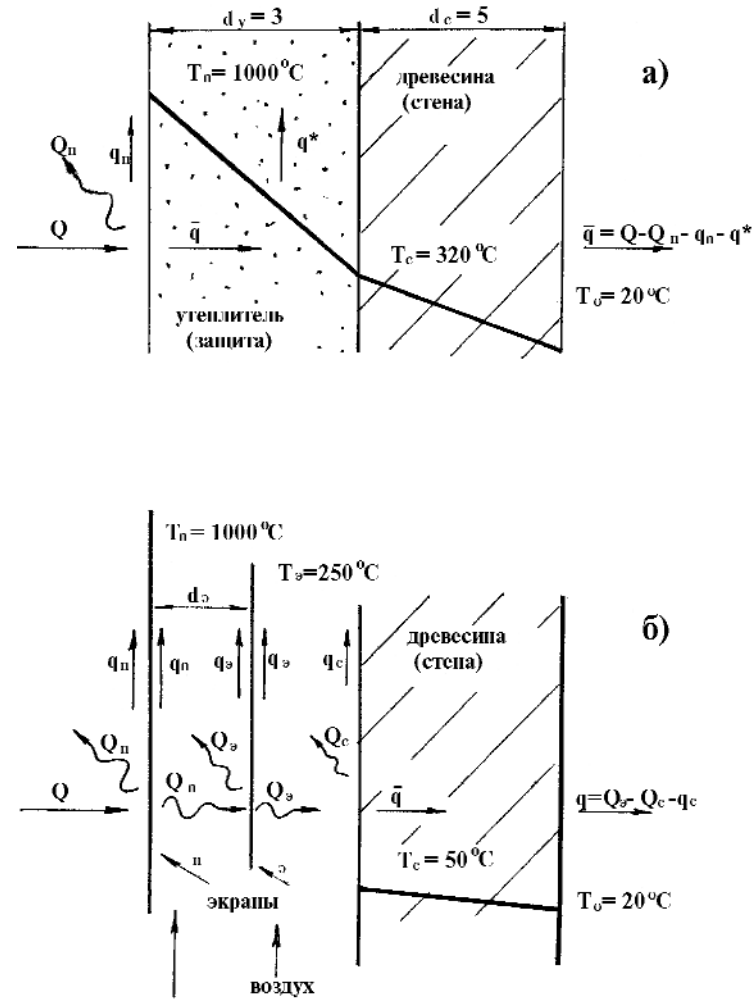


Рис. 20. Распределение температуры и тепловых потоков при противопожарной защите стены слоем утеплителя (а) и металлическими экранами (б): T_n – температура поверхности утеплителя или первого экрана (фактически температура, близкая к температуре пламени), T_c – температура защищаемой поверхности сгораемой стены, T_o – температура обратной (тыльной) необогреваемой поверхности стены, T_3 – температура промежуточного экрана, Q –

тепловой поток на защиту; Q_n, Q_3, Q_c – радиационные тепловые потоки с поверхности утеплителя (первого экрана), с промежуточного экрана и с защищаемой поверхности сгораемой стены соответственно; q_n, q_3, q_c – конвективные тепловые потоки вдоль поверхности утеплителя (первого экрана), промежуточного экрана и защищаемой поверхности сгораемой стены соответственно; q – кондуктивный тепловой поток в защищаемую стену; q^* – кондуктивный тепловой поток вдоль поверхности утеплителя во все стороны; d_3 – размер межэкранного промежутка (зазора); d_y и d_c – толщины утеплителя и защищаемой стены в условных единицах (в мм, в см, в дм и т. п.).

300–600°C и рабочей температурой до 250–350°C). Кроме того, тепло через утеплитель все же проходит (хотя и плохо) и сгораемая стена все же постепенно прогревается до стационарного состояния с температурой, определяемой из известных формул теории теплопроводности для величины теплового потока q в стену (см. рис. 20а):

$$Q = \lambda_y(T_n - T_c)/d_y = \lambda_c(T_c - T_0)/d_c = \text{const},$$

где λ_y и λ_c – коэффициенты теплопроводности утеплителя и материала стены соответственно, d_y и d_c – толщина слоя утеплителя и толщина стены соответственно, T_n, T_c и T_0 – температуры пламени, поверхности стены и обратной (необогреваемой) стороны стены соответственно. Если толщина стены очень большая или коэффициент теплопроводности стены очень мал, то температура поверхности стены даже при наличии хорошего утеплителя может нагреться до температуры воспламенения. Например, в случае применения для защитной теплоизоляции войлока толщиной 3 мм (так часто рекомендуемого в литературе), толщина деревянных стен не должна превышать 5 мм. В противном случае при температуре пламени 1000°C температура защищаемой поверхности стены под войлоком может превысить 320°C и воспламениться. То есть (даже в гипотетически не горючем виде) войлок не может спасти деревянную стену с реальной толщиной порядка 10 см от воспламенения (даже если он закрыт сверху листом металла) при действии пламени: он и обугливается (как обугливается под утюгом), и тепла пропустит много (даже в гипотетическом случае отсутствия обугливания). Поэтому часто рекомендуют пропитать войлок глиняным раствором, а толщину войлока увеличить до 10–15 мм (три слоя войлока). Это более правиль-

ное решение. Но надо понимать при этом, что пропитанный войлок – это уже не войлок, а глина (которая может растрескаться при сушке), армированная шерстяным войлоком и имеющая теплопроводность, близкую к теплопроводности чистой глины. Такая армированная глиняная обмазка (считай штукатурка) препятствует проникновению воздуха, не дает воспламениться заусеницам древесины, а при перегреве «протестирует» об опасности запахом жженой шерсти.

Строительные нормы и правила СНиП 2.04.05-91 рекомендуют для защиты сгораемых стен металлический лист по слою асбестового картона толщиной не менее 10 мм. Казалось бы, и сталь, и асбест являются хорошо теплопроводными материалами и не могут спасти сгораемую стену от перегрева. Да, конечно. Но стальной лист не пропустит воздух, необходимый для развития процесса воспламенения. Кроме того, сталь, имеющая чрезвычайно большой коэффициент теплопроводности, очень эффективно отведет тепло из зоны локального перегрева в стороны (вдоль сгораемой стены), тем самым не давая образоваться локальной зоне с высокой температурой. Толстый слой асбеста (имеющий теплопроводность на уровне теплопроводности древесины или смоченного глиной войлока), предохранит древесину от воспламенения при непродолжительных огневых воздействиях (хотя бы за счет теплоемкости). Но все равно, если на такую защиту с толщиной металла 0,55 мм (кровельная сталь) и асбеста 10 мм направить газовую горелку, то уже через несколько минут деревянная стена неминуемо задымит. То есть защита по СНиП 2.04.05-91 может действительно оказаться малоэффективной, видимо поэтому финны ее не используют.

Сделаем попутно несколько замечаний по поводу защитных свойств металла и асбеста. При большой площади огневого контакта (то есть при больших линейных размерах зоны огневого воздействия) прибитый к стене стальной лист практически не оказывает влияния на величину теплового потока в сгораемую стену: перепад температур на стальном листе незначителен даже при большой толщине листа. Поэтому при больших площадях огневого контакта наличие металлического листа может ощущаться лишь в первые моменты времени огневого воздействия исключительно за счет теплоемкос-

ти нагреваемого металла (кстати, тоже весьма незначительной). Другое дело, когда размер огневого контакта меньше толщины стального листа (например, в случае, если мы газовой горелкой с пятном контакта 10 мм разогреваем металлический лист толщиной более 10 мм). Тогда, основной поток тепла идет не внутрь металла (и далее в сторону), а вдоль листа металла. Это справедливо не только для металлических листов, это имеет место для листовых материалов из абсолютно любых веществ, в том числе для утеплителей. Если разогревать не всю поверхность утеплителя, а лишь одну какую-нибудь точку (пятно нагрева) на поверхности утеплителя, то естественно в глубине утеплителя появится поток q^* вдоль поверхности утеплителя в стороны, что снизит тепловую нагрузку на стену q (см. рис. 20а). В противопожарной практике малые (менее 1 мм) размеры зоны огневого контакта, сравнимые с толщиной кровельной стали, имеют место лишь при коротких замыканиях электрического тока (поэтому, вернее, в том числе поэтому и используют в особо опасных помещениях электропроводку, заключенную в металлические трубы). В случае же прогара печей пятно огневого контакта во всяком случае может превышать 1 см. В этом случае тонкий (с толщиной менее 1 мм) стальной лист можно сделать эффективным, лишь если его расположить не вплотную к стене, а около стены с воздушным зазором для возможной конвективной циркуляции воздуха, то есть в случае его использования как экрана (см. рис. 19г). Слой асбеста (например, в виде асбоцементной плиты) также целесообразно использовать в качестве защитного экрана. Еще более надежным (и во всяком случае законным по СНиП 2.04.05-91) является комбинированное использование и прибитого листа, и экранного листа одновременно (см. рис. 18в).

Эффективность экранной защиты стены (точно такой же экранной защиты, как при экранировании печи) иллюстрируется рис. 20б. Рассмотрим сначала случай, если размер зоны огневого воздействия d_n (диаметр пятна пламенного воздействия) превышает размеры межэкранных промежутков d_3 (понятие d_n расшифровывается на рис. 19а). Тепловой поток Q огневого воздействия (например, от множества горелок) нагревает экран «П» точно так же, как и поверхность утеплителя на

рис. 20а, до температуры, к примеру, 1000°C с мощностью 340 кВт/м^2 . Экран «П» сбрасывает эту поступающую на него энергию инфракрасным излучением $Q_{\text{п}} = 160 \text{ кВт/м}^2$ в обе стороны от экрана и конвективным теплопереносом $q_{\text{п}} = 10 \text{ кВт/м}^2$ с обеих поверхностей экрана. На экран «Э» поступает поступает лишь инфракрасное излучение мощностью $Q_{\text{п}} = 160 \text{ кВт/м}^2$. Поглотив поток $Q_{\text{п}}$, экран «Э» перераспределяет его на потоки излучения $Q_3 = 72 \text{ кВт/м}^2$ в обе стороны и потоки конвективного тепла $q_3 = 8 \text{ кВт/м}^2$ тоже по обе стороны экрана, при этом температура экрана «Э» составит около 780°C . На поверхность стены поступает инфракрасный тепловой поток $Q_3 = 72 \text{ кВт/м}^2$, который нагревает поверхность стены до температуры $T_c = 560^\circ\text{C}$, что выше температуры самовоспламенения древесины. Таким образом двух экранов нам не хватает, надо добавить еще два. В то же время мы видим, что даже два экрана снижают тепловой поток чуть ли не в пять раз.

Лучшими характеристиками будет обладать система из двух экранов в том случае, если размер зоны огневого воздействия будет меньше размеров межэкранных промежутков. Этот случай реальный, так как зазоры между экранами (размеры межэкранных промежутков) достигают 5–10 см. Что изменится при этом? Ранее мы рассматривали случай, когда поток лучистой энергии распространялся «фронтом» строго в одном направлении к защищаемой стенке. Теперь на экран «Э» поступает лучистый поток $Q_{\text{п}}$ расходящимися лучами «веером», размазываясь на большую площадь экрана «Э». В результате интенсивность излучения снижается, например, в десять раз, но суммарно в расчете на весь экран «Э» остается прежней. В таком случае на экран «Э» в центре «теплового веера» поступает лучистый поток интенсивностью $Q_{\text{п}} = 16 \text{ кВт/м}^2$, а не 160 кВт/м^2 . Автоматически температура экрана «Э» в самой горячей точке составит 250°C , а не 780°C . Температура же защищаемой стены составит при этом не более 50°C . Результат в общем-то ошеломляющий: оказывается вы можете раскалить газовой горелкой лист металла «П» до красно-соломенного цвета (в центре пятна с температурой 1000°C), но на расстоянии в несколько сантиметров от этого пятна вы можете держать руку на экране «С», даже не почувствовав его разогрева. Действительно, в случае дважды экра-

нированных печей с хорошо продуваемыми межэкранными зазорами внешний экран (кожух печи) может оставаться абсолютно холодным даже при докрасна раскаленной стенке топливника. Это нормально. Все тепло, исходящее от стенки топливника в виде лучистой и конвективной энергии, трансформируется в тепловую энергию воздуха, выходящего вверх из межэкранных калориферных промежутков, и до внешнего экрана (кожуха) практически не достигает. Причем это состояние стационарно, никаких постепенных разогревов внешнего экрана (кожуха) до повышенных температур не произойдет и через сутки. Никакие массивные стены из кирпича, ни сверхтеплые слои утеплителя не могут заменить по теплопреграждающим свойствам систему экранов: физические механизмы совершенно разные. Если слой любого неподвижного материала (кирпича, утеплителя, стали) сопротивляется передаче через него тепла (с разной эффективностью в зависимости от величины коэффициента теплопроводности конкретного материала), то есть старается не выпустить тепло из печи (в стационарном режиме после прогрева), то система экранов наоборот старается забрать в себя побольше любого тепла и трансформировать его в конвективный поток горячего воздуха, направленный вверх (или вентилятором в сторону). Поэтому в быту иногда говорят, что утеплитель «отражает» тепло (а на самом деле просто не пропускает), а экраны «притягивают», «всасывают» тепло так же, как и холодный непрогретый кирпич. Разница лишь в том, что под действием «всасываемого» тепла кирпич нагревается сам (а после прогрева начинает сопротивляться передаче тепла), а экраны не нагреваются, а нагревается обдувающий их воздух (вернее воздух не дает экранам нагреваться). В любом случае и утеплитель, и экраны не дают теплу достичь внешнего кожуха печи или поверхности защищаемой сгораемой стены, то есть выполняют роль теплоизолятора. На практике в деле пожарной безопасности целесообразно совмещать оба принципа защиты. Кроме того, отметим, что экраны (в зависимости от коэффициента отражения излучения поверхностью) на самом деле могут отражать тепловой поток, но только поток инфракрасного лучистого тепла (также, как зеркало отражает видимые лучи). Любой световой поток на любую поверхность ча-

стично поглощается, частично отражается (зеркально в одном направлении или диффузно, то есть матово, во всех направлениях). Утеплитель может отражать тепло только в том случае, если на его поверхности нанесена отражающая пленка, например алюминиевая фольга.

Резюмируя, перечислим меры по предотвращению воспламенения деревянных стен около печи. Во-первых, надо не дать теплу пройти к стене с помощью слоев негорючих утеплителей, экранов, в том числе и отражающих, теплоемких (долго разогреваемых) преград, причем теплоемкие преграды (см. рис. 19д) хоть и наиболее надежны, но не приемлемы с точки зрения требования быстроты протопки бани. Во-вторых, на тот случай, если тепло все же пройдет к стене, поверхность деревянной стены надо покрыть тонким высокотеплопроводным слоем негорючего материала, чтобы предотвратить возможные локальные подъемы температур, характерные началу воспламенения ворсинок, волокон, заусениц на поверхности «лохматой» древесины или картона. На древесине всегда сначала воспламеняется какая-нибудь одна заусеница, и если эта заусеница контактирует с листом металла, а еще лучше окружена (обмазана) высокотеплопроводной штукатуркой, то подъем температуры воспламеняющейся заусеницы тотчас гасится сильным теплоотводом. В качестве материала высокотеплопроводного слоя используют лист металла, штукатурку (глинянопесчаную, цементно-песчаную, известковую, алебастровую), желательно по металлической сетке или листовой асбест, укладываемый желательно в мокром виде в смеси с глиной. В-третьих, на тот случай, если все же тепло к стене пройдет, и заусеницы все же начнут воспламеняться, древесину надо обработать химическими огнезащитными составами, которые погасят воспламеняющуюся заусеницу и не дадут воспламениться основному массиву древесины.

Представим себе, что все поры в древесине заусеницы забиты негорючей солью, которая была введена путем пропитки древесины водным раствором соли с последующим высушиванием. Тогда соль играет роль не просто теплоемкого буфера, затрудняющего разогрев заусеницы до температур воспламенения, но и тем веществом, которое начинает интенсивно отводить тепло от воспламенившегося «уголька» на кончике

заусеницы (за счет большей теплопроводности соли). Еще больший эффект будет в случае, если при температуре воспламенения соль, являющаяся кристаллогидратом (бура, сернокислый аммоний, углекислый натрий, силикаты щелочных металлов и т. п.), будет отдавать кристаллизационную воду, которая, испаряясь, охладит «уголек». Соль может также разлагаться с поглощением теплоты (сульфаты аммония), может выделить летучие вещества, обрывающие цепь химических реакций при воспламенении (антипирены) и, наконец, может расплавиться при температуре воспламенения и закрыть расплавом все поры древесины, не давая проникнуть в них кислороду. Так что пропиточных составов и принципов их работы очень много.

К огнезащитным составам относятся не только пропиточные составы, но и огнезащитные покрытия. В простейшем случае это обмазки (типа штукатурки), но содержащие специфические компоненты: волокнистые наполнители, газообразующие вещества, водовыделяющие кристаллогидраты. Наиболее дешевые образцы: суперфосфатная обмазка СФО (дисперсия суперфосфата в воде), известковоглиносолевая обмазка ИГСО (смесь известкового теста с глиной и поваренной солью). К огнезащитным составам относятся также огнезащитные лаки, эмали и краски, характерной особенностью которых является термостойкость смолы, например, кремнийорганической, хотя определенные огнезащитные свойства может дать любая смола, если ее нанести не на поверхность древесины в виде пленки, а внутрь пор. Лаки представляют собой растворы смол с добавкой функциональных веществ (растворителей, антивспенивателей, смачивателей и т. п.). Если в лак ввести небольшое количество очень мелкого (высокодисперсного) наполнителя (пигмента, мела, талька, кристаллогидратов, антипиренов), то получается эмаль, дающая после улетучивания растворителя блестящие покрытия, такие же, как в случае лака. Если в лак ввести большое количество не столь уж мелкого наполнителя, можно получить глянцевые (близкие к эмалям), полуматовые или матовые (совсем не блестящие) краски. Краски хороши тем, что раствор смолы (лак) впитывается в поры древесины, а наполнители, содержащие огнегасящие вещества, остаются на поверх-

ности древесины. В настоящее время в розничной продаже имеется большой ассортимент огнезащитных составов для древесины. К сожалению, химический состав препаратов обычно не приводится, что затрудняет выбор оптимальной покупки, тем более, что никаким сертификатам в нашей стране верить нельзя, требуется личная пробная проверка. Таким образом, деревянную стену можно сначала пропитать огнезащитной пропиткой и высушить, затем покрасить огнезащитной краской и высушить, после чего обмазать огнезащитной обмазкой, набить металлическую сетку, по сетке нанести штукатурку, затем прибить слой асбестового картона и лист металла, а затем еще установить защитный экран. Так что возможностей защитить деревянную стену много.

Защищенная печь и окружающие ее защищенные стены образуют печной узел, формирующий планировку бани. Поскольку планировок может быть очень много, мы вынуждены остановиться лишь на одной: печь целиком находится в банном помещении в углу напротив двери (рис. 21). Такая планировка удачна по многим причинам, в том числе и тем, что не требует максимального уменьшения размеров отступок. Любые изменения и перестановки вызывают неудобства как в части отступок, так и в отношении обслуживания печи, доставки воды, складирования разового запаса дров, электропроводки и т. п. (рис. 21 в).

Рассмотрим несколько вариантов противопожарной защиты печей и стен при такой планировке. На рис. 21а изображен наиболее простой, но, к сожалению, пока не самый распространенный вариант исполнения печного узла: печь экранируется одним металлическим экраном (а лучше двумя), распашным спереди для доступа к топке, а стены обиваются металлическим листом по слою асбестового картона. Металлический лист на стене одновременно является облицовочным, так что под него можно поместить любой, даже бывший в употреблении, негорючий термостойкий изолирующий материал. Металлический лист в декоративных целях может быть выбран гофрированным (кровельный волнистый или профнастил любого рельефа), тогда он частично (в местах удаления от стены) будет играть также роль экрана. Еще лучше декоративный лист-экран набить (с отступкой от стены на втулках) на

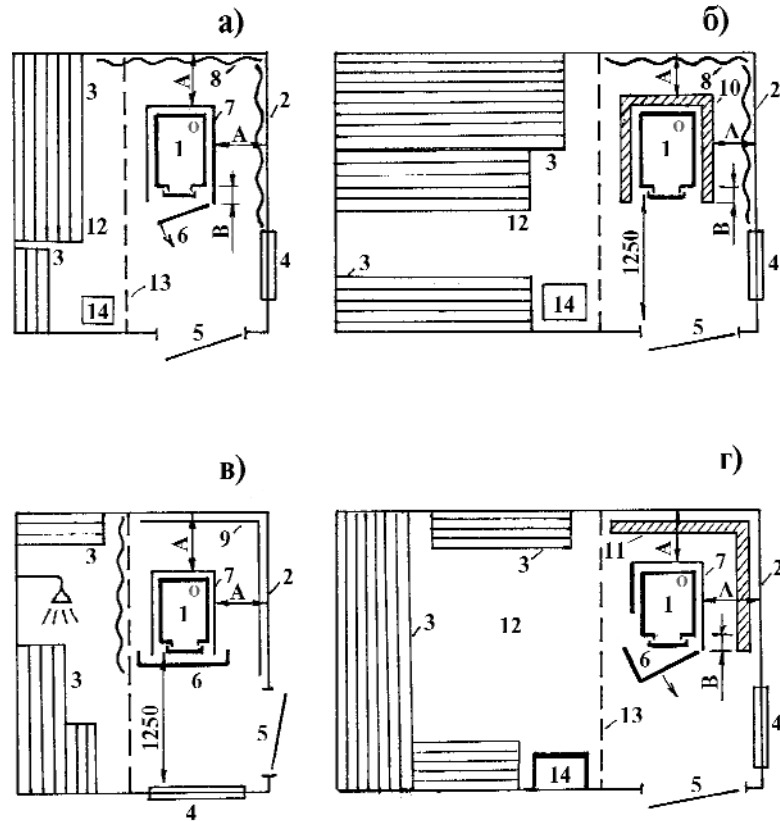


Рис. 21. Схемы расположения экранированной металлической печи в бане с защищенными сгораемыми конструкциями: а – экран печи металлический, защита стен – металлический лист (можно гофрированный) по слою асбестового картона толщиной не менее 8 мм, б – экран печи – кирпичный с утепленной с необогреваемой стороны, с отступкой не менее 10 мм; защита стены – металлический лист (можно гофрированный) по слою асбестового картона толщиной не менее 8 мм, в – экран печи металлический, защита стены – металлический лист (можно плоский) по слою асбестового картона толщиной не менее 8 мм, г – экран печи металлический, защита стены – кирпичная кладка толщиной не менее 65 мм. 1 – металлическая печь с трубой, 2 – стены бани из сгораемого материала, 3 – скамейки, полки, 4 – окно, 5 – дверь, открывающаяся наружу, 6 – металли-

ческий экран на лицевую стенку печи (поворотный распашной на петлях или сдвигающийся на ножках), 7 – плоский или гофрированный металлический экран, 8 – защита стены, металлический лист гофрированный по асбестовому картону, 9 – защита стены, металлический лист плоский по асбестовому картону, 10 – кирпичный экран, кладка толщиной 65 мм или 125 мм, 11 – защита стены, кирпичная кладка толщиной 65 мм или 125 мм, 12 – поддон для канализирования стоков, 13 – край поддона (пунктир), 14 – бак с водой. Нормируемые размеры: отступка А не менее 380 мм, превышение размера экрана и защиты за пределы печи В не менее 150 мм, высота защиты стен – до потолка (при неэкранированной трубе), высота экрана печи выше печи на 150 мм.

основной защитный лист металла, последний в таком случае может быть наборным из материалов, бывших в употреблении. Размер отступки А = 380 мм в процессе эксплуатации бани отнюдь не кажется большим. Такой зазор позволяет при необходимости обходить со всех сторон и обслуживать печь и защитные устройства (например, при сборке и ремонте), выметать пол от пыли, древесной муки, кусочков коры, листьев и т. п., складывать пустые ведра (или с водой, если ведра устанавливаются в поддон), хранить несгораемый листовый материал (кровельное железо, стекло) и даже немного дров, например, для разовой протопки в стальном ящике с боковой дверцей. В пределах отступки А можно также разместить вентилятор для усиления циркуляции воздуха в процессе протопки, особенно зимой, чтобы быстрее нагреть ледяные полы. Или установить летом электрокалорифер (обогреватель) для прогрева помещения в прохладную погоду (чтобы не топить печь). Так что просторные отступки могут оказаться очень полезными.

Кирпичные стенки в качестве экранов металлических печей и защиты стен широко распространены, причем в самых разнообразных исполнениях. Ввиду высокой теплоемкости кирпича мы их рассматривать не будем. Отметим только, что наша баня зимняя, а не квартирная, поэтому кирпич надо устанавливать так, чтобы он все же мог нагреваться от печи. В противном случае холодный кирпич с температурой, например, минус 20°C, будет давать лишь наледи из водяного конденсата, не говоря уже о холоде по ногам. Поэтому кирпичные стенки можно использовать лишь в качестве экрана печи, эф-

фактивно нагреваемого за счет лучистого потока от печи, но с обязательным утеплением обратной необогреваемой стороны и обязательной отступкой от печи хотя бы на размер калориферного зазора (промежутка) не менее 10 мм (см. рис. 21б). Все остальные варианты абсолютно не приемлемы. Например, если по финской рекомендации кирпичную кладку расположить у защищаемой стены с зазором (см. рис. 21г), то экранированная печь не нагреет этот зазор никогда, даже летом. Не нагреется даже лицевая сторона кладки, направленная к экранированной печи. Если экран снять, то лицевая сторона кладки нагреваться будет, но тыльная (направленная в сторону зазора у стены) все равно останется холодной. Отметим, что и за экраном из листовой стали поверхность защищаемой стены тоже будет холодной (поскольку конвективные потоки слабы), поэтому за любыми экранами (кирпичными, металлическими, асбоцементными) надо предусматривать гидроизоляцию стены для предотвращения ее намокания конденсатом. Зимой устранить конденсацию за защитным экраном стены (в зазоре между экраном и стеной) можно только совсем герметизировав все зазоры и устранив тем самым возможность проникновения в зазоры потоков влажного воздуха из бани.

В печном узле (углу) защищать от возможного аварийного воспламенения надо не только стены, но, естественно, и пол, и потолок. Пол практически всегда непосредственно примыкает к печи, и казалось бы противопожарные правила должны были бы установить какую-нибудь нормативную степень огнестойкости конструкции пола (и соответственно, перекрытия под ним) хотя бы потому, что стены около печи при непосредственном контакте нормируются по степени огнестойкости. Однако, в СНиП 2.04.05-91 не имеется никаких ограничений на степень огнестойкости полов даже в детских учреждениях (в основном, видимо, по причине полного отсутствия огнестойких перекрытий в домах с печным отоплением). Поэтому нормы предусматривают отступки от пола до любого огня и дыма в печи (в топливнике, в зольнике, в дымообороте-дымовом канале):

– минимальные расстояния от уровня пола из горючих материалов до дна зольника 140 мм, до дна газооборота – 210;

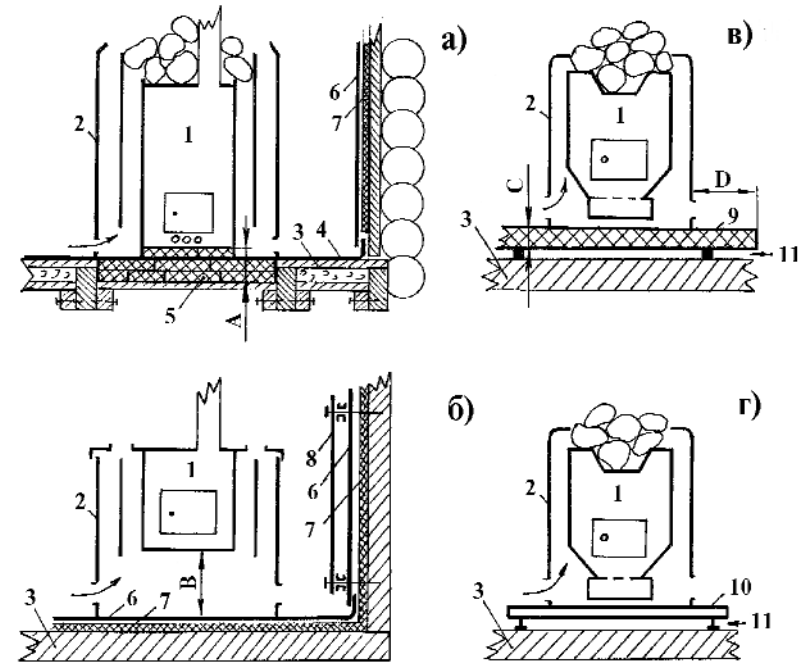


Рис. 22. Принципиальные схемы защиты сгораемого пола (вид сбоку): а – слоем несгораемого материала А от пола (или сгораемой конструкции) до дна зольника (топливника, газооборота); б – для каркасных (в том числе металлических) печей воздушным зазором В при одновременной защите пола листовой сталью по асбестовому картону толщиной 10 мм; в – бетонной плитой с щелью под ней (финская рекомендация); г – легкий поддон из двух параллельных металлических листов с щелью между поддоном и полом (финская рекомендация). 1 – топливник печи, 2 – внешний экран (кожух) печи, 3 – сгораемый пол, 4 – стальной лист по всему полу печного узла, 5 – кирпичная кладка в два слоя по черному полу до уровня чистого пола, затем продолжение кладки еще одного слоя по металлическому листу внутри печи для формирования глухого дна (пода) топливника, 6 – металлический лист по слою асбестового картона, 7 – слой асбестового картона толщиной 8 мм для стен и 10 мм для пола, 8 – металлический экран, 9 – бетонная плита, 10 – легкий поддон из двух параллельных сваренных по периметру стальных листов, 11 – воздушный зазор между плитой или поддоном и сгораемым полом. Нормируемые размеры, не менее: А = 210 мм, В = 100 мм (СНиП 2.04.05-91), С = 60 мм, D = 300 мм (рекомендация финских фирм для своих печей).

– в случае каркасных печей, в том числе на ножках, пол из горючих материалов следует защищать от возгорания листовой сталью по асбестовому картону толщиной 10 мм, при этом расстояние от низа печи до пола должно быть не менее 100 мм;

– при конструкции перекрытия или пола из негорючего материала дно зольника и газооборота можно располагать на уровне пола;

– пол из горючих материалов перед печью под топочной дверкой следует защищать металлическим листом размером 700 × 500 мм, располагаемым длинной стороной вдоль печи.

При всей своей неопределенности СНиП 2.04.05-91 дает, таким образом, лишь два размера отступок (разделок) от дна зольника (топливника) до сгораемых конструкций пола (рис. 22): толщину слоя негорючего материала $A = 210$ мм и размер воздушного промежутка $B = 100$ мм (при дополнительной защите пола стальным листом по асбестовому картону). Кроме того пол около печи должен быть обит листовой сталью на расстояниях не менее 150 мм от печи, а перед дверцей топки – не менее 500 мм. По крайней мере под экраном пол должен быть обит стальным листом обязательно. Желательно обить стальным листом весь пол печного узла вплоть до стен так, чтобы стальной лист на стенах состыковывался, а еще лучше перехлестывался с листом на полу без щелей (рис. 22б).

Основным недостатком защиты пола слоем кирпича является высокая теплоемкость кладки и невысокие теплоизоляционные свойства. Поэтому желательно при малом весе печи применить негорючие низкотеплопроводные материалы типа жестких плит из базальтовой ваты или хотя бы пенобетона, керамзита с цементной стяжкой, газосиликатные блоки. Финские фирмы рекомендуют упрощенные для монтажа конструкции подставок под свои печи: бетонные плиты или сэндвич-панели из стальных листов с воздушным зазором без утеплителя (рис. 22в и 22г). Толщина бетонных плит должна составлять не менее 60 мм (четверть кирпича). Действительно, в стальной печи глухой под из кирпича толщиной 65 мм прогревается до температур нижней поверхности кирпича порядка 100–150°C, поэтому финские рекомендации безусловно

технически обоснованы для безаварийной работы печей с металлическими зольниками, хотя в нормативном плане в нашей стране пока, к сожалению, не защищены. В самом деле, кто может дать гарантию, что металлические сэндвич-панели (при нашем качестве транспортировки и монтажа в вахтовых, например, поселках) сохраняют работоспособность при раздавливании случайными грузами при сборке или доставке? Следует отметить также нежелательность, а при отсутствии гидроизоляции пола (например, металлическими листами) и недопустимость (вопреки финским рекомендациям) щелей под бетонными плитами или сэндвич-панелями: при эксплуатации зимой щели 11 (рис. 22в и 22г) должны быть герметизированы (цементно-песчаным раствором на ПВА-эмульсии с обмазкой тонким слоем акрилатными, силиконовыми или тиоколовыми герметиками).

Защите потолков в нормативных документах СНиП 2.04.05.-91 уделяется недостаточно внимания, никаких требований к огнестойкости конструкций не накладывается, хотя в условиях бани с металлической печью потолок всегда вызывает наибольшее беспокойство в связи с высокой температурой, развиваемой в верхних зонах парилок. Во всяком случае минимальный размер 1200 мм от верха печи до потолка является, пожалуй, самым главным нормативным размером в бане. Его надо соблюдать даже при дополнительных защитных мерах по предотвращению возгораний потолочных конструкций. Сразу отметим, что наилучшим техническим решением является цельнометаллический потолок (из сэндвич-панелей с негорючим утеплителем, профнастила, металловагонки-металлического сайдинга). Ранее к металлам на потолке относились крайне негативно, поскольку при недостаточном утеплении потолков и малых мощностях кирпичных печей в русских парных банях потолок не прогревался выше 60–70°C, и при высокой влажности пар в режиме конденсационной бани конденсировался на потолке в виде росы и образовывал горячие капли. Впрочем, если вы непременно хотите сделать парную баню с длительным конденсационным режимом, то от металлических потолков (кроме очень дорогих пористых металлокерамических), видимо, следует сразу отказаться: потолки в условиях конденсации желатель-

но делать теплоемкими и пористыми. Но потолок над печью (с превышением размеров печи не менее, чем на 150 мм во все стороны) следует в обязательном порядке обить стальным листом по слою асбестового картона толщиной 10 мм. Финские фирмы рекомендуют опять таки двойные металлические экраны (сэндвич-панели), установленные над печью у потолка горизонтально. Во всяком случае вагонку перед нашивкой на потолок следует ошкурить, слегка обжечь (опалить) газовой горелкой или паяльной лампой со всех сторон для удаления мелких заусениц («лохмотьев»), пропитать пусть не очень эффективным, но обязательно малотоксичным огнезащитным составом (солевым) и после просушки слегка пройтись водостойким лаком, например, огнезащитными лаками типа К0-5221 или СФ-Г. Поскольку трудносгораемый потолок в бане не нужен, а достаточен трудновоспламеняемый, для огнезащиты вполне подойдут абсолютно любые огнезащитные составы на водной основе, лишь бы на этикетке была надпись «для внутренних работ» и указание наличия гигиенического сертификата. Совмещенные средства для одновременной огнезащиты и биозащиты приобретать для потолка бани нежелательно, особенно если они изготовлены на основе органических растворителей, но они вполне подойдут для обработки полов. Если у вас есть сомнения в гигиенических характеристиках продающихся препаратов, то можно с успехом использовать для получения трудносгораемой древесины водные растворы широко доступных в быту веществ: углекислого натрия (стиральной или хозяйственной соды), квасцов кремнекислого натрия или калия (жидкое стекло), тетрабората натрия (бура) или борной кислоты. Главное поллучше пропитать древесину (не менее 20 г, а лучше 50–70 г сухого вещества на 1 м² вагонки), поэтому в раствор можно немного ввести смачивающего компонента – спирта, мыла, шампуня и пропитывать несколько раз с хорошей промежуточной сушкой.

Таким образом, пожарная безопасность печного узла обеспечивается:

- малой теплоемкостью металлической печи и использованием небольших разовых закладок дров (в части последствий аварийного разрушения топливника);

- высоким качеством изготовления металлической печи и дымоходов, которое может быть гарантировано на многие годы вперед (в отличие от кирпичных печей);

- экранированием металлических печей, что снимает проблемы с высокой температурой внешних стенок топливника, с лучистым теплопереносом и заключает топливник в дополнительный ограждающий кожух;

- соблюдением нормативных размеров отступок от печи и дымоходов до конструкций из горючих материалов;

- защитой конструкций из горючих материалов в пределах отступок термостойкими негорючими материалами, пропитками и покрытиями, экранами.

Ввиду широкого распространения в нашей стране финских дровяных печей для саун (продукции малопригодной для гигиенических бань, но безусловно высококачественной, определяющей мировой уровень технических достижений), еще раз отметим, что рекомендуемые финскими фирмами и безусловно разумные размеры отступок определяются физической невозможностью нагрева примыкающих к печи возгораемых конструкций до температур выше 80°С при максимально возможной реально развиваемой мощности печи, но при отсутствии всякого рода аварийных моментов или серьезных неполадок. Российские же строительные печные нормы и правила в значительной степени учитывают именно возможный аварийный ход развития событий и столь характерный для нашего быта уровень строительства и технического содержания оборудования. Однако, следует признать, что российская нормативная база в части печей во многом морально устарела, а в части металлических печей требует переработки и конкретизации.

5.3. Функциональность печей

Перейдем к вопросу о функциональных особенностях банных печей. В этой области зачастую возникают досадные недоразумения. Выше мы уже определились с техническими параметрами: нам нужна стальная печь мощностью не менее 20 кВт, то есть способная сжечь не менее 10 кг/час дров и имеющая площадь наружных стенок топливника не менее 1 м².

Кроме того, мы установили, что печь должна иметь экраны и желательную утепленную экранированную дымовую трубу диаметром 120 мм. С такими техническими параметрами можно изготовить сотни различных конструкций печей: какая же из них будет банной? Действительно, что надо сделать, чтобы печь можно было назвать банной?

Если баня гигиеническая, то нужен нагрев воды и обогрев помещения. Значит в баню надо поставить обычную универсальную отопительно-варочную плиту: стенки печи будут греть воздух, варочная поверхность — воду и, может быть, камни. А если камни будут плохо греться? Значит сделаем специальную духовку пожарче и будем класть туда камни. Но как же так, мы ведь хотим настоящую баню, а разве в банях ставят кухонную отопительно-варочную плиту? Неужели мы в бане в кастрюлях будем воду кипятить? Давайте хоть как-нибудь осовременим, сделаем специальные баки с краниками, прикрепим их к печи... А что, это идея. Как вы думаете, что скажет ваша жена, если вы на кухне в целях удобства и прогресса намертво приварите электросваркой все кастрюли к конфоркам электроплиты и сделаете на них краники? На одной конфорке будет приварена кастрюля для супа, вот здесь на другой — сковородка, а вон там чайник... Нет, пожалуй, это подходит только для узкоспециализированных кухонь. Так и в банях: в постоянно действующих лучше приварить, в индивидуальных — ни в коем случае.

Так или иначе, дачными банными печами почему-то называют громоздкие сварные монстры, обвешанные ржавыми прочноприваренными баками и каменками. Причем явное предпочтение отдается каменкам. В последнее время настойчивы попытки во что бы то ни стало сделать банную печь с модным горизонтально-цилиндрическим топливником, совершенно не приспособленным для удобного нагрева воды. Почему-то очень трудно встретить в продаже банную печь пусть с дорогостоящими бачками для воды с краниками, но и с варочной плитой тоже, на которую можно поставить ведро, таз с водой, хотя бы для заварки ароматизирующих трав или березового веника.

Что такое бачок для воды с краником? Даже хорошо продуманные, красивые и отлично выполненные в нержавеющей

металле финские бачки для воды с краниками крайне неудобны в быту, их инструкции изобилуют многочисленными предупреждениями: без воды греть нельзя, до кипения доводить нельзя, моющие средства заливать нельзя, воду с примесями солей, извести и двухвалентного железа использовать нельзя, зимой воду оставлять нельзя... Можно и продолжить: если краник сломался (заклинил), то черпаком воду достать нельзя, а если верхнее заливное отверстие все-таки большое и черпак проходит, то все равно к бачку через горячую печь не подобрешься, вымыть несъемный бачок практически невозможно, от ржавчины избавиться трудно, кипятик даже из исправного краника еле течет и брызгается...

Нет ничего более удобного для русско-финской бани, чем испытанный веками миллионными тиражами бак для воды (с крышкой и черпаком), поставленный на огонь (очаг, печь, костер, плиту) так, чтобы его можно было снять, помыть, почистить. А так как сейчас с баками (кастрюлями) проблем нет, и они уже многие десятилетия не являются дефицитными, то их в бане может быть много, и любой из них может быть поставлен и снят с печи в любой момент... Принес ведро холодной воды и поставил на огонь, то есть на плиту. Удобно? Конечно. Зачем еще куда-то переливать, причем только затем, чтобы нагреть, а потом вновь переливать?

Итак, во-первых, банная печь непременно, а для дачника и садовода особенно, должна иметь варочную плиту с максимальной площадью, по крайней мере, 400×400 мм для установки посуды для нагрева воды. Если баня у вас сугубо специализированная и если вы испытываете острый недостаток дров и времени, можно в плите сделать отверстия и погрузить в них баки с водой и камнями так, чтобы пламя омывало поверхности баков непосредственно для повышения теплоотдачи, но это приводит к повышенной пожароопасности печи и загрязнению посуды. Лучше не иметь в печи лишних щелей, тем более металлическая печь такую возможность предоставляет. В чугунных варочных плитах заводского производства делают отверстия со съёмными крышками (камфорки) для установки варочной посуды лишь по причине малой теплопроводности литейного чугуна и большой толщины плиты. В случае стальной варочной плиты отверстия для посуды не обязательны.

Современная посуда для нагрева воды должна быть оцинкованной, нержавеющей или эмалированной, в случае изготовления из черного металла внутренние стенки должны быть тщательно очищены от ржавчины, обработаны преобразователем ржавчины (ортофосфорной кислотой) и окрашены белой (светлой) автомобильной эмалью (например, обычной эмалью МЛ горячей сушки). Сваренную из черного металла посуду лучше предусматривать не круглой, а прямоугольной, чтобы максимально использовать варочную поверхность печи. Кроме того, желателен боковые стенки посуды утеплить, например, сделав двойные стенки с воздушным зазором. Наличие варочной плиты и чистой съемной посуды с крышками — это самое главное, без этого зимой пользоваться баней будет очень трудно. Большое значение имеют устройства и приспособления для съема и приподнимания посуды над поверхностью плиты, в том числе для предотвращения чрезмерного кипения воды (ручки, подхваты, подставки, бортики, решетки, а для большого съемного бака, может быть, и простейшая механическая платформенная система рычажного или винтового типа). Доступ к варочной плите не должен быть ограничен ни дымовыми трубами, ни горячими элементами. Варочная плита при случае будет вам служить также и для кипячения белья, и для сушки, и для прокаливания и нагрева всего, чего угодно.

Во-вторых, наличие каменки в гигиенической бане с металлической печью вовсе не обязательно. Некоторым садоводам каменка даже будет мешать. Режим влажной (даже конденсационной) бани может быть реализован множеством других приемов, например, с использованием теплоемкого пористого потолка. Но предусмотреть возможность установки каменки на всякий случай стоит. В простейшем случае можно набросать камни на варочную плиту вокруг бака, для этого нужно предусмотреть вокруг печи какие-нибудь бортики (например, из металлических прутьев), но лучше сделать ближайший к топливнику экран из достаточно толстой стали (не менее 1 мм) и приподнять его на 50–150 мм над варочной поверхностью (рис. 23а). При этом не только бак с водой, но и камни, и выступающая вверх над варочной поверхностью часть экранов будут играть одновременно и роль противопожарных мер

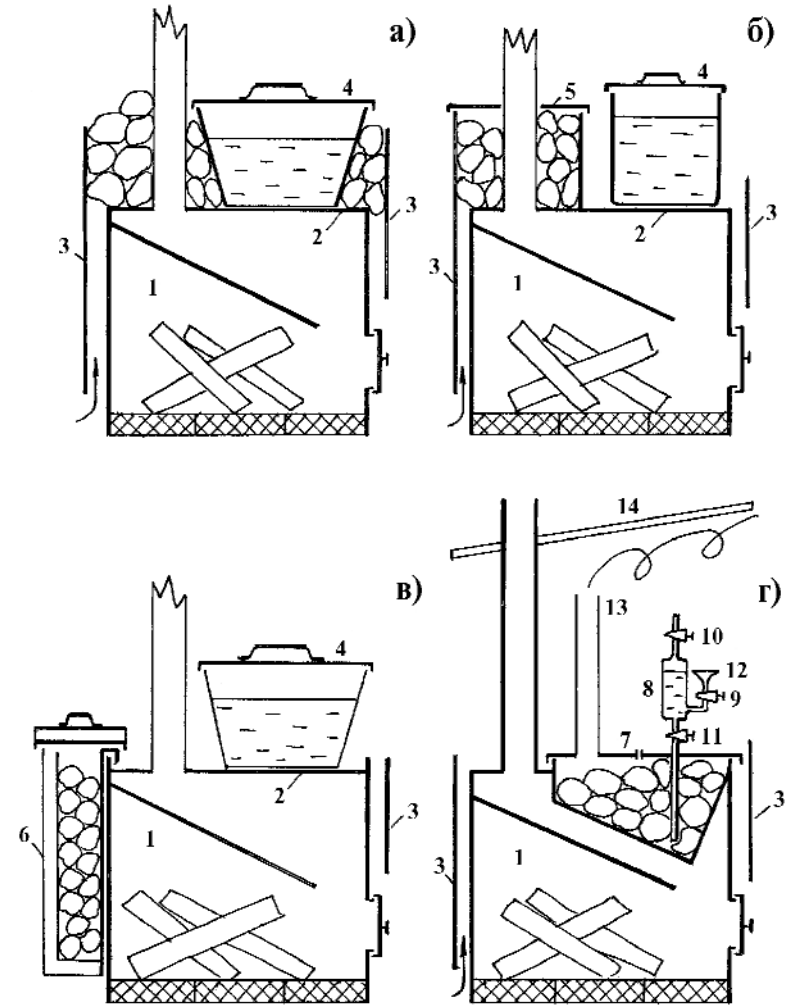


Рис. 23. Простейшие виды каменок: а — камни набросаны на варочную поверхность печи, б — камни уложены в поддон вокруг трубы и прикрыты крышкой, в — камни уложены в контейнер, приваренный или подвешенный к тыльной боковине печи, г — закрытая каменка с трубой для подачи пара на потолок. 1 — печь металлическая с наклонным горизонтальным дымооборотом и подом из огнеупорного кирпича, 2 — варочная поверхность, 3 — экраны из металлического листа, 4 — посуда для нагрева воды (бак, кастрюля, ведро),

5 – поддон для каменки с крышкой, часть крышки снимается, 6 – приваренный или подвесной контейнер для камней с крышкой (стенки и крышка двойные с воздушным зазором для утепления, могут быть утеплены дополнительно базальтовой ватой, перлитом, вспученным вермикулитом и т. п.), 7 – сварной контейнер для камней, утепленный в поток горячих дымовых газов, 8 – емкость для воды (0,5–2 литра) устанавливается в удалении от каменки, 9 – кран для заливки воды, 10 – кран дренажный для выпуска воздуха при заливке, 11 – кран для подачи воды в каменку, 12 – воронка для залива воды, 13 – труба для подачи пара на потолок, 14 – потолок.

безопасности. Можно камни хранить в металлическом бачке с крышкой и при необходимости ставить на плиту. Для постоянной каменки можно подбирать места труднодоступные, например, выгородить сварными стенками поддон вокруг основания трубы и засыпать туда камни (рис. 23б). Очень хороша для каменки тыльная (дальняя) сторона топливника (рис. 23в). Во всяком случае надо предусмотреть три момента: на каменке должна быть крышка (лучше утепленная), стенки каменки желательнее также утеплять (базальтовой минватой), вода в каменку должна поступать как можно глубже в камни. Утепленная крышка на каменке нужна не только для того, чтобы камни не запылились при простоях печи. Утепление крышки и стенок каменки обеспечивает более глубокий прогрев камней и уменьшает циркуляцию воздуха в бане (обусловленную конвективными потоками над горячими камнями при потуженной печи), что необходимо для достижения конденсационного режима. И самое главное, следует понимать, что при поддачах надо увлажнять не воздух, а горячий потолок – именно в этом заключается назначение каменки. Поэтому выходящий из каменки пар должен иметь как можно более высокую температуру, чтобы не смог сконденсироваться в виде тумана по пути к потолку, ну и во всяком случае имел бы температуру выше, чем потолок, так как в противном случае пар на потолке сконденсироваться не сможет вообще. Температуру пара можно повысить путем подачи воды вглубь камней, чтобы образовавшийся пар, просачиваясь через слой раскаленных камней, еще сильнее нагрелся (перегрелся). Например, можно подать воду вглубь (поближе ко дну, но не на самое дно) каменки с помощью металлического устройства, изображенного

на рис. 23г. Открыв краники 9 и 10, при закрытом кранике 11 заливаем воду (до нескольких литров) в емкость 8 через воронку 12. Затем краники 9 и 10 закрываем, краник 11 открываем: вода по трубке стекает из емкости 8 в донную часть каменки, испаряется, пар проходит между раскаленными камнями, нагревается и через трубу 13 поступает непосредственно в потолочную зону. Сложность процесса в том, что парообразование сопровождается пульсациями давления с возможными выбросами пара через трубку. При этом краники 9 и 11 с трубками должны иметь достаточно большие диаметры проходов 15 мм, труба 13 – диаметр не менее 50 мм. Впрочем, все зависит от размера конструкции и температуры каменки, количества и температуры подаваемой воды. Для поддач можно также использовать резиновые груши, поршневые шприцы, насосы, в том числе ножные, то есть требуется вода под давлением (лучше горячая). Очень удобно каменку на рис. 23б сделать до потолка и подавать воду поршневым выдавливанием в середину каменки.

В-третьих, банная печь должна хорошо регулироваться по многим параметрам. Если при протопке бани она должна давать 20 кВт тепла, то при мойке всего 1–2 кВт, причем стабильно и долго. Это достигается переходом от пламенного режима горения к режиму тления. Банная печь должна при необходимости изменять потоки тепла на нагрев воздуха, воды и камней. Например, летом надо меньше тратить тепла на нагрев воздуха и больше на нагрев воды, и наоборот, зимой побольше тепла направлять на нагрев воздуха. Практически это наиболее целесообразно реализовать с помощью теплообменных и съемных бачков с водой, навешиваемых на лето, но работающих не в режиме «кастрюль с крышками», а в режиме нагревателей водопроводной воды, в том числе и для душа. На этом мы остановимся чуть ниже, а сейчас отметим, что в любом случае все, что не может работать зимой (или без воды), должно выполняться съемным. Банная печь при необходимости должна быть способна перенаправить потоки тепла, например, на конкретные верхние полки (для режима сухой парилки) с помощью потолочных экранов или обеспечивать снижение циркуляции воздуха (для режима конденсационной парилки). И кроме того, банная печь должна регулироваться

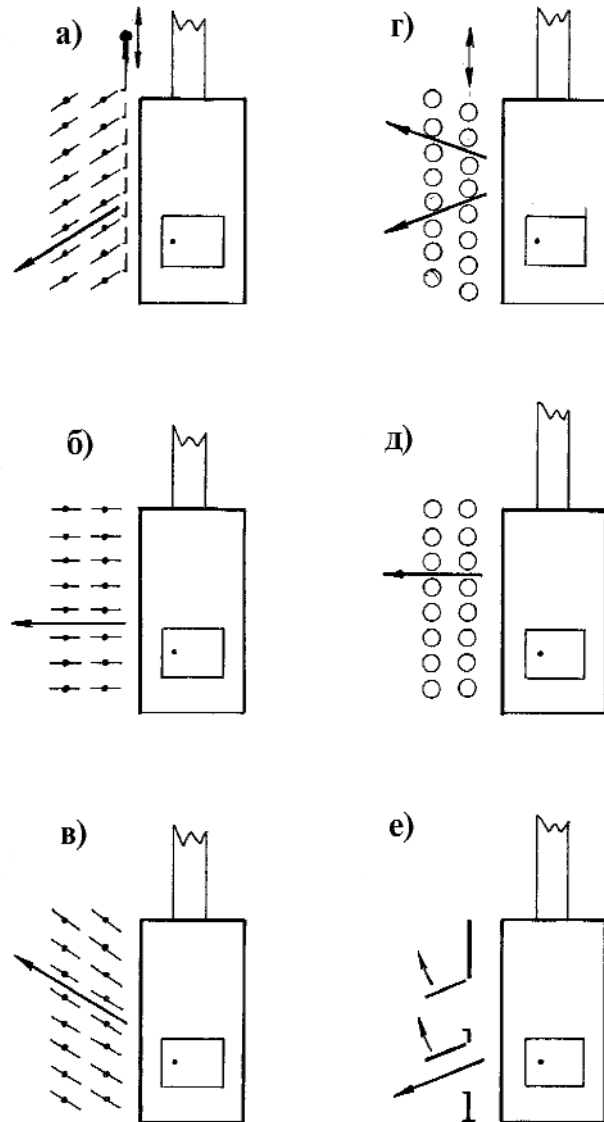


Рис. 24. Схемы экранирования металлических печей с устройствами регулирования потока лучистой энергии (инфракрасного излучения): а, б, в – горизонтальные металлические жалюзи с изменяемым наклоном, г, д – решет-

ка из горизонтальных металлических труб (стержней) с вертикальным перемещением, е – распашной экран. Стрелки – направления потока лучистой энергии.

по потоку лучистой энергии, инфракрасному излучению: экраны при необходимости должны приоткрываться (например, при сушке полов после мойки). В идеале банная печь должна быть окружена не плоскими сплошными экранами из листового металла, а решетчатыми или жалюзийными экранами (горизонтальными или вертикальными), которые дают возможность регулировать лучистый поток за счет изменения размера щелей в свету так же, как и в случае жалюзи на окнах (рис. 24). Для садоводов могут быть удобны упрощенные варианты: приоткрывающиеся сдвижные или распашные экраны.

Ну и наконец, в-четвертых, банная печь должна быть легкой по весу и компактной по габаритам, легко устанавливаться в бане и легко демонтироваться для ремонта и переделок, являться главной составной частью единого печного узла.

5.4. Водопровод и душ

Современная летняя баня для дачника и садовода может существенно отличаться от зимней, в первую очередь наличием водопровода и возможностью организации душа. Отдельный горячий душ (ванну) и отдельную баню может позволить себе не каждый садовод, так что лучше всего всесезонную баню (не боящуюся морозов) просто дополнить сезонными водопроводными и душевыми системами, которые на зиму можно безболезненно отключать без последствий для нормальной работы бани.

Наличие водопровода обеспечивает подачу холодной воды в баню к моечному месту и в емкость для нагрева воды. Водопровод может быть разным: централизованным от поселковой водоканализационной станции и накопительной напорной емкости, от насосной станции собственной скважины или колодца, от собственной накопительной напорной емкости (бака, цистерны), наполняемой любым образом. Главное, чтобы вода поступала под избыточным давлением.

При низком избыточном давлении (ниже $0,2-0,3 \text{ кгс/см}^2$ в водопроводной трубе на уровне пола) сделать душ невозможно, вода просто не поднимется на уровень потолка, где обычно устанавливается рассекатель душевой головки. Такой случай имеет место при установке зимнего накопительного бака внутри бани у потолка с напором воды относительно пола, равным высоте установки бака над полом, то есть не более 2–3 метров водяного столба, что соответствует $0,2-0,3 \text{ кгс/см}^2$. Воду из такого водопровода можно подавать в стиральную машину, в баки на печи или шайки у мочевого места кранами 1 (рис. 25а). С помощью внешнего водопровода можно избавиться от трудоемкой физической работы по доставке в баню холодной воды ведрами. Водозабор из емкостей открытого типа 8 может осуществляться или черпаком, или через сливной краник 6, или через переливной патрубков 5 при подливании через краник 1. Сразу отметим, что все краники в бане должны быть полнопроходными шаровыми (диаметром полдюйма и выше) или пробковыми кранами, но ни в коем случае не сантехническими городскими вентилями, в том числе и керамическими, поскольку вентили неработоспособны при низких напорах воды и, кроме того, ненадежны на грязной воде. Можно подавать воду на нагрев в закрытые (желательно утепленные) емкости 9 и 10; в этом случае и для наполнения, и для водозабора можно обойтись одним краником, установленным до емкости (краник 3) или после емкости (краник 2). Отметим, что все емкости 8, 9 и 10 могут быть съемными или несъемными (приваренными к корпусу топливника): в любом случае все баки на зиму надо освобождать от воды на время простоев бани с помощью сливных краников 6 и 11. При эксплуатации печи зимой баки 9 и 10 должны при протопке заполняться водой (что представляет собой порой сложную техническую процедуру) или должны быть изготовлены таким образом, чтобы не разрушаться при нагреве без воды под действием локальных термических расширений металлических стенок (само собой разумеется, о чистоте воды в баках 9 и 10 в последнем случае можно не говорить ввиду коррозии металла внутренних стенок при нагреве их до высоких температур без воды).

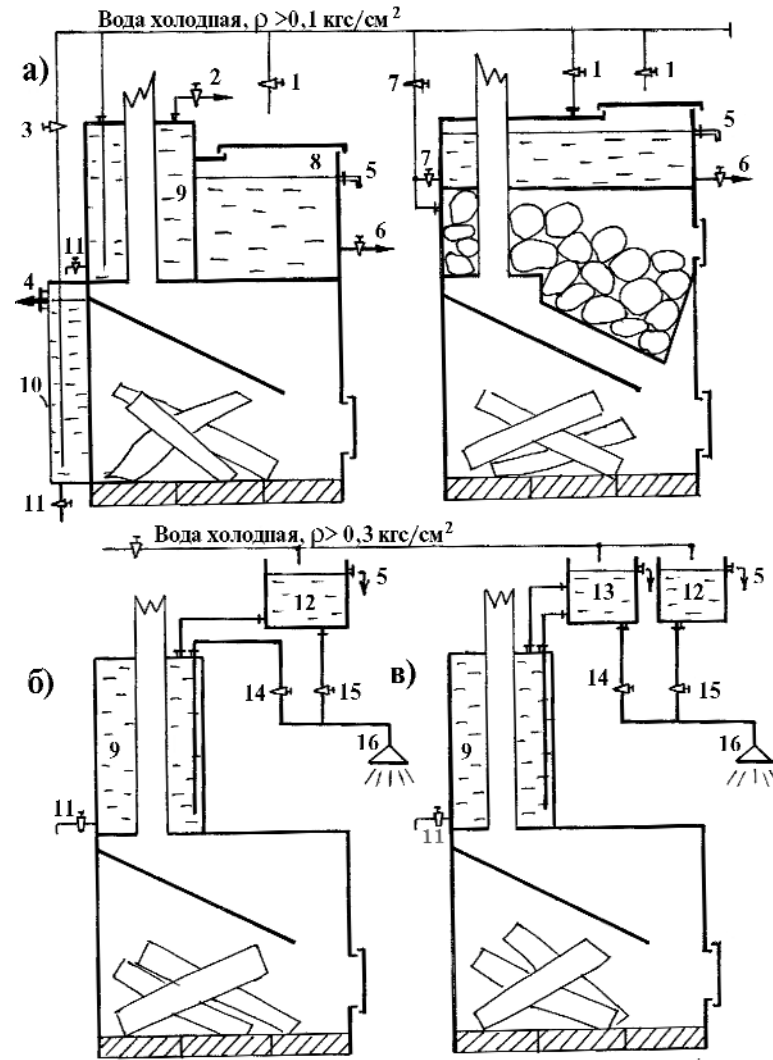


Рис. 25. Принципиальные модельные схемы летнего внутреннего горячего водопровода в бане: а – водопровод низкого давления (менее $0,3 \text{ кгс/см}^2$) с нагревом воды в печных баках (теплообменниках) и подачей в шайки; б, в – водопровод повышенного давления (более $0,3 \text{ кгс/см}^2$) с нагревом воды в печных баках (теплообменниках) и подачей в смесительный душ (б – проточно-нако-

пительная схема, в – накопительная схема). 1 – краник для заполнения бака холодной водой, 2 – краник выпуска горячей воды с автоматическим доливом холодной воды в бак, 3 – краник для подачи холодной воды в бак с вытеснением горячей воды через патрубок 4 (штуцер, перелив), 4 – патрубок для вывода горячей воды, 5 – патрубок переливной (с возможным спуском воды через шланг в канализацию), 6 – краник для выпуска горячей воды, 7 – краник для подачи воды в каменку, 8 – бак открытый со съемной крышкой, 9 – бак закрытый герметичный (желательно с предохранительным устройством, сбрасывающим избыточное давление пара при перегреве воды в баке), 10 – бак закрытый с возможно открытым верхним патрубком для слива горячей воды при переполнении бака холодной водой, подаваемой краником 3, 11 – краник для слива воды на зиму, 12 – бак напорный, устанавливаемый на крыше бани (эстакаде, этажерке, вышке), на дачном участке или на централизованной поселковой водоканалке, 13 – бак утепленный накопительно-напорный для хранения горячей воды, 14 – краник для подачи горячей воды в смеситель душа, 15 – краник для подачи холодной воды в смеситель душа, 16 – смесительная головка душа с дырчатым рассекателем (стационарно подвешенная или с гибким шлангом).

Если расположить все краники управления 1, 2, 3, 6 и водоподающие патрубки 4, 5 непосредственно у моечного места, создаются определенные удобства для наполнения шаяк холодной и горячей водой: не надо вставать или приподниматься и тянуться к бакам, черпать горячую воду и т. п. Можно с моечного места подать воду даже в каменку (и не только холодную воду краником 7, но и горячую из любого из баков). Можно все опутать трубами, но будет ли такая система так уж эффективной? Нет, конечно. Баня станет сложной и ненадежной, потеряет прелесть неспешных операций ручного налива воды в шайку.

Существенные удобства могут быть получены лишь с помощью душа, для которого необходим водопровод с избыточным давлением свыше $0,3 \text{ кгс/см}^2$ (с напором не менее 3 метров водяного столба в трубе на уровне пола). Проектные и строительные работы следует производить с учетом СНиП 2.04.01-85 «Внутренний водопровод и канализация зданий», СНиП 2.04.02-84 «Водоснабжение. Наружные сети», СНиП 2.04.03-85 «Канализация. Наружные сети», СНиП 3.05.04-85 «Наружные сети водоснабжения и канализации». Заводить водопро-

вод в здания разрешается лишь при наличии канализации. Качество воды в водопроводе должно отвечать нормам СанПиН 2.1.4.559-96 «Вода питьевая» (вместо ГОСТ 2874-82). Обычно в садово-дачной практике такой водопровод питается от наполнительной напорной емкости 12 объемом не менее 200 литров, установленной на крыше бани или вблизи бани на эстакаде (вышке, площадке) высотой не менее 3 метров. Наполнение напорной емкости осуществляется периодически ведрами или насосом (ручным или электрическим) из колодца или скважины. Используются две схемы монтажа душевой системы. Вытеснительная схема с баком на крыше 12 наиболее широко распространена благодаря стандартным промышленным душевым колонкам на твердом топливе (рис. 25б). Эта схема требует большого объема утепленного нагреваемого бака (обычно 100–200 литров), поскольку при малом объеме вода в нем может закипеть до прогрева бани. Вторая схема (рис. 25в) предусматривает хранение воды в утепленном баке 13 (установленном на крыше совместно с баком для холодной воды 12), нагреваемой с помощью естественной циркуляции воды по теплоизолированным трубам между водонагревательным баком 9 и накопительным 13. Эта схема не требует большого объема бака 9, который поэтому обычно выполняют в виде компактных теплообменников типа котловых (рубашек на стенках топливника, в том числе съемных; теплосъемных систем труб и змеевиков внутри топливника). Если проточно-накопительная схема на рис. 25б является сугубо летней (ввиду наличия громоздкого бака 9, абсолютно неработоспособного зимой), то накопительная схема на рис. 25в может монтироваться во все сезоны банях (с опорожнением на зимний период) в различных вариантах: с зимним демонтажом съемных теплообменников, сливом воды из бака 13 и внутренних теплосъемных труб и змеевиков или все же с сохранением системы в рабочем состоянии, но с другим баком 13, установленным непосредственно в бане).

К недостаткам обеих вышеприведенных систем относятся: трудность и длительность регулировки смесительной системы на нужную температуру воды краниками 14 и 15 при пуске душа; низкий напор воды, не обеспечивающий дождевального режима работы рассекателя душа 16 (душ течет одной ком-

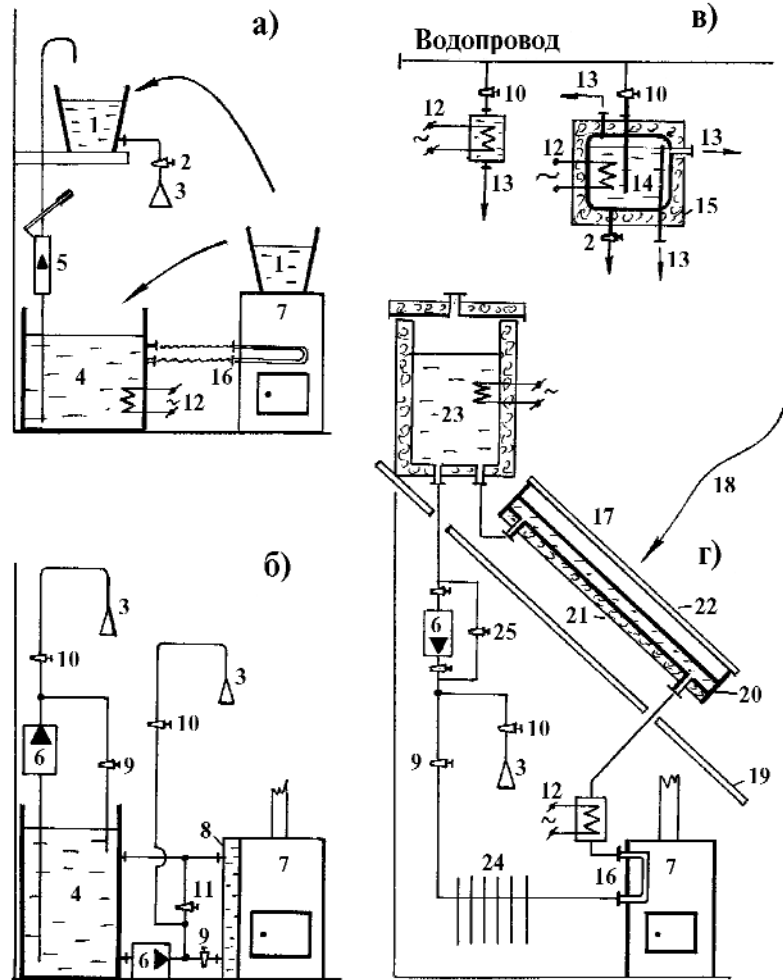


Рис. 26. Принципиальные схемы бесшесительных душевых систем и их элементов: а – простейшая схема душа, б – схемы высоконапорных душей с использованием электронасосов, в – схемы проточного и накопительного принципов нагрева воды, е – схема комбинированного нагрева воды печным теплообменником, электронагревателем, солнечным нагревателем. 1 – ведро (бак, канистра) с теплой водой, приготавливаемой на плите печи с возможным разбавлением холодной водой, 2 – краник включения душа, 3 – рассека-

тель душа, 4 – вспомогательный бак с теплой водой, готовящейся любым образом: с нагревом воды на печи в ведрах, с нагревом воды теплоэлектронагревателем или змеевиком в печи, 5 – насос (ручной, электрический), 6 – насос электрический мембранный, центробежный или шестеренчатый, 7 – металлическая печь, 8 – водяная рубашка на поверхности топливника – котельная (съемная или приваренная), 9 – краник для регулирования скорости циркуляции воды путем изменения напора на выходном патрубке электронасоса, 10 – вентиль включения душа и регулирования скорости подачи воды (может быть заменен краником 2), 11 – краник для регулирования напора на выходном (нагнетающем) патрубке электронасоса, 12 – электроводоподогреватель (трубчатый электрический нагреватель ТЭН), 13 – патрубки вывода горячей воды, 14 – накопительная емкость 50–500 литров, 15 – теплоизоляция емкости (бака), 16 – змеевик (теплообменник), система труб или батарея водяного отопления, 17 – солнечный водонагреватель (коллектор), 18 – преимущественное направление солнечного излучения, 19 – крыша здания, 20 – плоский бак с водой (или трубчато-реберная система) с зачерненной поверхностью, 21 – утеплитель (пенополистирол), 22 – стекло (стеклопакет герметичный), 23 – накопительно-напорная емкость утепленная, 24 – батарея водяного отопления (нагрев стен, пола, сидений, полков), 25 – байпасная система отключения и регулирования электронасоса.

пактной струей даже при рассверловке нескольких отверстий рассекателя, невозможность работы зимой. Поэтому могут представить интерес всесезонные системы душа в бане, основанные на предварительной подготовке теплой воды с требуемой температурой, например 40°C во вспомогательном расходном баке (рис. 26).

Исходная модель бесшесительного душа до крайности проста: ведро 1 с краником и рассекателем (рис. 26а). Ведро 1 с водой нагревают на плите до требуемой температуры и затем устанавливают его на высокую полку в бане. Эту простейшую, всем доступную модель можно усложнить: воду требуемой температуры приготовить в большом дополнительном баке 4 и затем порциями подавать черпаком, ведрами, ручным или электрическим насосом 5 в душевое ведро 1. Расход воды через обычную лейку составляет 0,1–0,2 литра в секунду. В любом случае, даже при большом проходе крана 2 и рассверленных отверстиях рассекателя 3, напор воды будет маленьким, душ как и лейка течет слабыми струями. Некоторые предпо-

читают в этом режиме не дырчатый рассекаатель типа лейки, а душ-водопад с широкой тонкой (типа пленки) струей, охватывающей сразу все плечи и голову.

Кардинально изменяет ситуацию наличие в схеме внутреннего теплого водопровода электрического насоса (центробежного, шестеренчатого, диафрагменно-мембранного). Центробежный насос имеет цилиндрический корпус с осевым (радиальным) вводом воды. Вода в корпусе раскручивается вращающимся рабочим колесом с лопатками, отбрасывается центробежными силами к наружным цилиндрическим стенкам корпуса и направляется лопатками по азимуту вдоль стенки в направлении вращения колеса в тангенциальный (вихревой) патрубок с давлением нагнетания, пропорциональным линейной скорости вращения водяного потока в корпусе и обратно пропорциональным радиусу корпуса. Центробежные насосы широко используются в быту, строительстве и на производстве (известны марки насосов «Кама», «Агидель», «Гном» и др.). Шестеренчатые насосы состоят из корпуса с двумя зацепленными между собой шестеренками, выполняющими роль лопаток. При вращении шестеренок вода нагнетается зубьями (лопатками) в узком зазоре между зубьями и внешним периферийными стенками корпуса. Шестеренчатые насосы используются в промышленности для перекачки нефтепродуктов, в частности, на всех бензозаправках подают бензин в раздаточные «пистолеты». Система из двух зацепленных шестеренок измеряет и расход подаваемого бензина по количеству оборотов шестеренок (шестеренчатые расходомеры). Диафрагменные (мембранные) насосы представляют собой по существу поршневые насосы с клапанами, в которых поршень заменен «дышащей» диафрагмой (эластичной мембраной). Диафрагменные насосы нагнетают в частности бензин в автомобиле из бензобака в поплавковую камеру карбюратора. К поршневым насосам относятся также хорошо известные дачникам вибрационные насосы типа «Малыш» и «Ручеек» с эластичным резиновым поршнем, быстро вибрирующим с очень малой амплитудой. Вибронасосы имеют подходящую производительность 0,1 литра в секунду, но неудобны во внутренних водопроводных сетях (вибрация, необходимость погружения, высокий напор). Все бытовые

насосы по ГОСТ 26287-84 не предназначены для работы с горячей водой, вследствие чего они могут работать в бесшумных душах с температурой воды выше 40°C только в периодическом режиме (до 2–3 минут), что, тем не менее, может устроить дачника в летний период.

В простейшем случае электронасос б устанавливается на трубопроводе, идущем от дна бака с теплой водой до рассекаателя душа (левая схема 26б). Трубопроводы можно выполнять из стальных труб с гибкими вставками для предотвращения передачи вибрации, но лучше из гибких шлангов: резиновых с текстильным армированием (дюрит), пластиковых (полиэтиленовых РЕ, полипропиленовых РР, полиэтиленовых с поперечной сшивкой РЕХ, полиэтилентерефталатных-лавсановых РЕТ, армированных мягких виниловых PVC на линиях нагнетания), металлических (медных, алюминиевых, многослойных алюминиево-полиэтиленовых) и т. д. Электронасос можно вынести в соседнее помещение (предбанник), там же следует смонтировать электрический выключатель насоса, управляемый дистанционно по любой известной схеме (тросовой, рычажной, возвратно-поступательной, толкающей, гидравлической, в том числе и от резиновой груши «лягушки»). Электронасосы обычно имеют большое давление нагнетания и высокую производительность, поэтому их обычно замыкают «на себя» с помощью циркуляционной (байпасной) линии с регулировкой давления нагнетания циркуляционным краном 9 (при этом вода движется «по кругу», выходя из бака и тут же возвращаясь, при этом перемешивая воду в емкости). Электронасос включают при открытом циркуляционном кранике 9, затем открывая краник 10, направляют теплую воду в душевой рассекаатель. Напор можно увеличить частичным перекрытием краника 9, тем не менее циркуляционный поток все же нужно сохранять для обеспечения нормальной работы насоса при закрывании краника 10. Поскольку температура воды уже подобрана предварительно в баке 4, то регулировке кранами 9 и 10 подвергается лишь напор струи из душа, который можно сделать пульсирующим (гидромассажный режим с помощью управляемого краника 10) и пространственно направленным (восходящим, циркулярным, душем Шарко и т. п.). Обычный бы-

товой электронасос БЦ-0,5-20 «Кама-10» производства Пермского электротехнического завода имеет давление нагнетания до 2 кгс/см² (то есть напор до двадцати метров водяного столба при городских нормах для душа 15 метров водяного столба) при производительности до 0,5 литра в секунду, что может обеспечить потребности самого взыскательного любителя интенсивных душевых процедур, однако, при этом необходимо предусмотреть запас теплой воды в расчете 150 литров на 5 минут, надежность соединения труб и исключение возможности попадания кипятка в магистраль насоса, а также предотвратить разбрызгивание воды по всему помещению бани (перегородками, ширмами, занавесками). Циркуляционный электронасос можно установить также и на трубопроводе между накопительным баком 4 и рубашкой печи 8 так, чтобы вода в баке 4 побыстрее нагревалась от печи 7, то есть использовать принудительную циркуляцию воды (правая схема на рис. 26б) в отличии от естественной конвективной циркуляции между змеевиком 16 и баком 4 на рис. 26а. При этом насос будет одновременно нагнетать воду и в душевой рассекатель 3. Рубашка печи 8 (котельный теплоъемник) должна быть естественно рассчитана и испытана на максимально развиваемое давление нагнетания насоса 6.

Было бы очень заманчиво пустить холодную водопроводную воду (в том числе и с использованием высоконапорного насоса) через водогрейный бак теплообменника 9 (рис. 25б), а затем непосредственно в душевой рассекатель 16, не используя смесителя с холодной водой 15. Вода при этом должна успеть нагреться до требуемой температуры 40–60°C в теплообменнике 9 и тут же потребиться рассекателем душа 16. Однако такая простая схема на практике неработоспособна по двум причинам. Во-первых, на нагрев минимального требуемого количества воды 0,1 литра в секунду от исходной температуры 10°C до рабочей 50°C требуется очень большая мощность порядка 16 кВт, то есть всю печь надо обвесить рубашками и змеевиками, превратив ее в котел. Во-вторых, регулирование температуры воды, поступающей в рассекатель душа, приходится производить краником 14, что очень трудно. Действительно, прикрывая краник 14, мы рассчитываем на подъем температуры воды, поскольку вода дольше находится в ру-

башке 9, но ждать повышения температуры приходится долго, так как объем рубашки большой. Сделаем объем рубашки маленьким; тогда прикрыв краник 14, мы тотчас получаем кипяток и вынуждены вновь открыть краник 14, но точно нам открыть не удастся, вода вновь остывает, и мы вновь вынуждены прикрывать краник 14. Рассмотренная простая схема называется проточным водонагревателем и широко используется в электрическом исполнении (см. рис. 26в слева). Электрический нагреватель 12 (ТЭН) заключен в бачок небольшого объема, вода в бачок подается краником 10. Так вот, чтобы удержать температуру воды на выходе 13 на заданном уровне даже при стабильном давлении воды в городском водопроводе, в мощных импортных проточных нагревателях используется электронный процессор, мгновенно управляющий мощностью нагрева и расходом воды. И все равно такой сложный и дорогостоящий прибор не дает стабильного комфортного душа. Что касается отечественных проточных душевых нагревателей малой мощности 1,2 кВт, то их возможностей хватает лишь на подогрев воды на несколько градусов, так что практического интереса для дачного душа они не представляют. Поэтому проточные нагреватели (то есть нагреватели большой мощности, но с малым объемом) приобретать следует только тщательно проанализировав все последствия покупки, но если уж приобрели, то использовать их лучше в циркуляционных схемах, обеспечивающих постепенный нагрев воды в какой-нибудь большой емкости, например, так, как изображено на рис. 26г.

Наиболее комфортный и стабильный душ можно получить лишь с использованием накопительных водоподогревателей, то есть подогревателей с маленькой мощностью, но с большим объемом. Обычно накопительный водонагреватель представляет собой хорошо утепленную емкость с водой, имеющую внутри тепловыделяющий элемент (змеевик с паром или горячей водой, электронагреватель). Емкость 14 (рис. 26в с правой стороны) сначала заполняется холодной водой, затем включается нагреватель 12. При достижении заданной температуры нагреватель следует выключить (в промышленных аппаратах периодическое включение и выключение осуществляет автоматическая электронная система термостати-

рования). Горячую воду выпускают через сливной краник 2, однако гораздо чаще горячую воду выдавливают из емкости 14 подачей холодной воды краником 10 и выпуском горячей воды через открытые патрубки 13. Достоинством выдавливающей (вытеснительной) схемы является то, что вода из емкости 14 выходит под давлением поступающей холодной воды и при использовании электронасоса обеспечивает хорошие дождевальные характеристики душа. Поскольку выдавливание сопровождается протоком холодной воды через емкость 13 (со смешением горячей и холодной воды и с понижением температуры в баке), такие выдавливающие (вытеснительные) водонагреватели называются проточно-накопительными. Если горячая вода выводится через сливной краник 2 (без одновременной подачи воды через краник 10), то такой водонагреватель называется чисто накопительным (то есть накопил воду, нагрел ее, а потом всю ее слил). Проточно-накопительные электрические водонагреватели широко представлены на розничном рынке и пользуются массовым спросом у дачников и садоводов для организации летнего душа, горячего умывальника и кухонной мойки. Объем проточно-накопительных водонагревателей от 10 до 100 литров при электрической мощности 1–3 кВт.

В летних дачных душах широко используются накопительные водонагреватели с солнечным нагревом воды. Обычно это бочка емкостью 200 литров, покрашенная в черный цвет и установленная на крыше на солнечном месте. Еще большую эффективность имеют широко внедряемые в быт солнечные нагреватели в виде плоского бака (коллектора) с водой с большой поверхностью, зачерненного, утепленного сзади утеплителем, а спереди стеклопакетом и ориентированного на солнце 17 (рис. 26г). Такой солнечный коллектор может дать воду с температурой до 100°C и даже выше (пар под давлением). Обычно объем воды в таком коллекторе невелик, особенно при трубчатом коллекторе, и составляет от 10 до 100 литров при площади коллектора до нескольких квадратных метров, поэтому такие водонагреватели относятся к проточным и монтируются в циркуляционную цепь совместно с проточными нагревателями других типов (электронагревателями, печными змеевиками и т. п.) с накоплением горячей воды в верх-

нем теплоизолированном баке 23. При этом в циркуляционную цепь можно вводить циркуляционные насосы 6 (в том числе и для создания душа высокого давления) и воздухонагреватели 24 (радиаторы, конвекторы, полотенцесушители, нагреватели полов, полки и т. п.)

Таким образом, технических возможностей для создания душа достаточно много. Тем не менее, в быту используются всего лишь несколько простейших конструкций душа для дачных условий (рис. 27). Слишком уж большие технические проблемы возникают у садовода при эксплуатации горячего душа в отсутствие централизованного теплоснабжения. Действительно, если для бани нужна лишь печка и пара ведер теплой воды, то для создания душа нужен колодец (скважина) с достаточно чистой водой, насос, высокорасположенная напорно-накопительная емкость, водонагреватель и мощная система канализации (по крайней мере на 200–300 литров воды в сутки). Все это свидетельствует только об одном: хороший горячий душ сделать труднее (даже летний), чем хорошую жаркую баню (даже зимнюю). Еще больше проблем возникает при попытке объединить душ и баню, особенно душ и сауну. Поэтому ни одна финская фирма не предлагает в России автономные, пригодные для загорода комплектные изделия, состоящие из душа и сауны с дровяной печью (хотя все фирмы рекомендуют пользоваться душем до и после сауны). Современная покупная загородная сауна с дровяной печью еще больше отделена от мытья и душа, чем покупная городская сауна: то, что предлагается в продажу под видом саун, представляет собой лишь красивые ящики для прогрева тела. Но где же дачнику помыться? В том числе и зимой? Видимо предполагается, что дачник после сауны может поехать в город, где есть ванна или душ. Впрочем, отмечаем мы это лишь затем, чтобы правильно ориентировать читателя относительно концепций современных покупных саун и возможных последствий такой покупки.

На этом мы могли бы и остановиться: книга ведь про гигиенические бани. Но дело в том, что выявив серьезную техническую разницу методов реализации концепций бани и душа, мы вплотную подошли к проблеме функциональной связи душа и бани. Иными словами, возникает вопрос: если все же ре-

шить технический вопрос совмещения зимней бани и душа, то что такое объединение даст бане и душу в отдельности? В общественной бане душ вытеснил общественные шайки, причем исключительно по причине их низкой гигиеничности. Ну а в индивидуальной бане? Большинство читателей несомненно ответит, что и там душ позволит избавиться от шайки и черпака, легче будет обмываться. Вот и все. Действительно, в обычной бане традиционной конструкции (в том числе и нормальной сауны) моются в шайках (тазах с теплой водой), плеская водой на лицо и волосы, смачивая мочалку в мыльной воде, набирая черпаком воду и поливая ее на тело. Шайка – наиболее универсальное приспособление для мытья. Шайка выполняет роль и смесителя горячей и холодной воды, и роль накопительной емкости для теплой воды, и роль расходноподающего устройства моментального действия: надо промыть глаза от мыла – просто плесни водой рукой из шайки. Ни по быстрдействию, ни по экономичности расхода воды, ни по дешевизне конструкции, ни по многообразию форм использования ни один душ сравниться с шайкой не сможет. В отличие от душа шайка – это прямое общение с водой, это приятный ритуал. Отметим, что концепция шайки до сих пор широко используется, в частности англичанами, традиционно веками и по сей день умывающимися в быту в раковинах умывальников, заполненных водой с помощью затычки. Но в общем-то в городских условиях русские почему-то не очень уважают воду в тазах, считают это не современным, якобы, приемом мытья, видимо, ввиду того, что экономить горячую воду советским горожанам не приходилось. Не принято мыться в стоячей воде и по чисто религиозным мотивам. Так или иначе, если душ рассматривать лишь как средство подачи теплой воды на тело человека, то и говорить не о чем, кроме как о субъективных предпочтениях отдельных людей.

Но душ не является только средством порционной и локальной подачи воды. Подачу воды осуществляет водопровод. Душ – это устройство диспергирования воды, устройство для преобразования компактной воды в струи, брызги, капли, водяную пыль, причем первичным техническим параметром является давление воды в струе, температура воды и давление сжатого воздуха пульверизации.

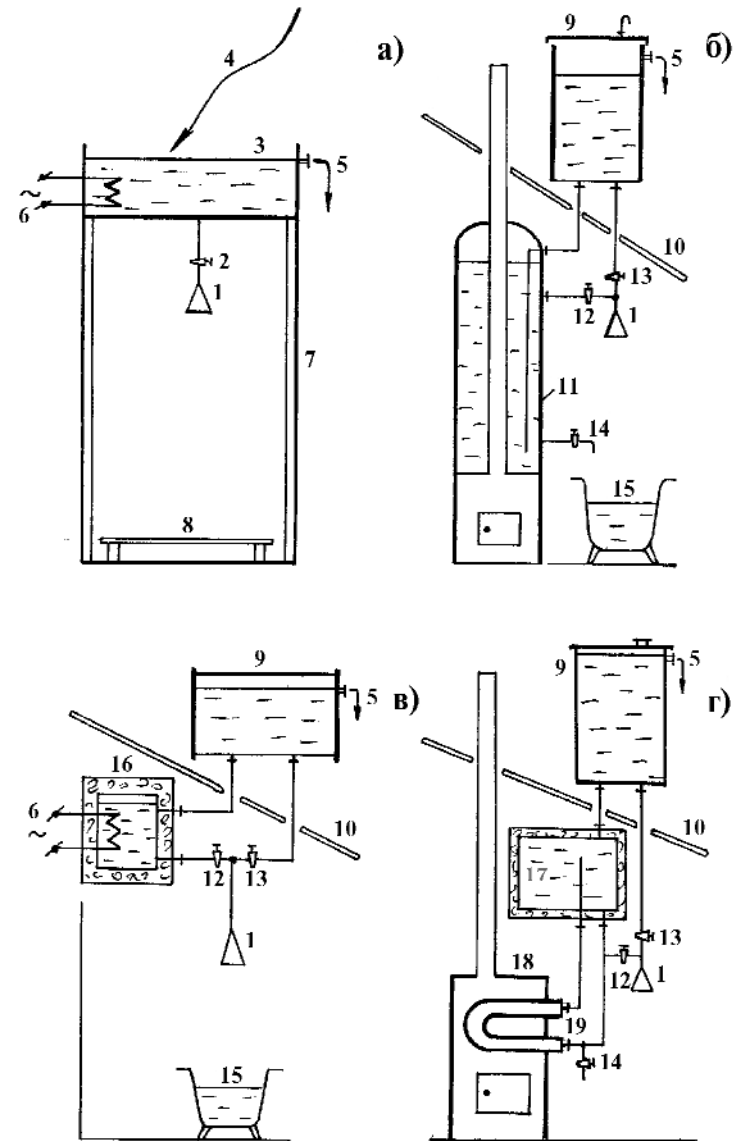


Рис. 27. Типичные конструкции летних садовых душей: а – неутепленная душевая кабина с естественным нагревом воды в баке солнечным излучением,

б – промышленная душевая колонка (котел) на твердом топливе, в – промышленный проточно-накопительный водонагреватель (бойлер) электрический, г – проточно-накопительный бак с водой, нагреваемой от теплообменного змеевика дровяной печи бани. 1 – рассекатель душа, 2 – кран подачи тепловой воды, 3 – емкость для нагрева воды солнечным излучением (бочка или плоский бак, с крышкой или без крышки), 4 – направление солнечного излучения, 5 – переливной патрубок, 6 – трубчатый электронагреватель (ТЭН), 7 – стойки кабинки (металлические, деревянные), обтянутые пленкой или обшитые листовым материалом или досками, 8 – деревянная решетка, 9 – напорно-накопительный бак, наполняемый вручную ведрами или насосом по шлангу (трубе), 10 – кровля душа (бани, хозблока, дома), 11 – промышленная водогрейная колонка с топкой на твердом топливе, 12 – кран подачи горячей воды, 13 – кран подачи холодной воды, 14 – кран слива воды, 15 – ванна, 16 – проточно-накопительный электроводоподогреватель (бойлер) теплоизолированный с электронной термостатирующей системой, 17 – емкость проточно-накопительная расходная теплоизолированная, 18 – печь стальная дровяная, 19 – эмеєвик трубный (теплообменник) для нагрева циркулирующей воды.

Душ – это один из многочисленных видов процедур водолечения (наряду с ванной, обмываниями, обтираниями, обливаниями, укутываниями и т. п.). Кроме температурных раздражителей (тепло, холод, контрастные переходы) в водолечении применяют и механические факторы (давление массы воды, движение воды при купании и гидромассаже, растирания), в том числе и воздействие струй воды высокого давления. По форме и направленности струй души разделяются на струевые (душ Шарко и шотландский контрастный), дождевые (капельные), пылевые (аэрозольные), циркуляционные (разнонаправленные, встречные), восходящие (промежностные), души-массажи и т. п. Помимо температурных и механических раздражений в душевых кабинах происходит и ингаляционное воздействие: человек вдыхает воздух с каплями воды разного размера. Крупные капельки улавливаются в верхних дыхательных путях (промывка придаточных полостей носа, носоглотки, гортани, трахеи), мелкие капельки с размером менее 5 мкм могут достигать легких (бронхов и альвеол). Крупные капли образуются при распылении воды в струях при больших скоростях движения (турбулентный распад струи), мелкие капли (аэрозоль) – при распылении

струи воды сжатым воздухом (рис. 28). Таким образом, душ (как и ванна, и баня, и бассейн) может при экстремальных параметрах приобретать новые свойства, что и используется в медицине.

Душ при низком напоре воды вовсе не душ, а просто медленный поток компактной (обычно жидкой) воды, такой же поток, как из черпака или лейки. Все схемы на рис. 27 дают, по существу, потоки компактной воды и могут называться душем только в бытовом смысле этого слова. Они на самом деле являются аналогом шайки с черпаком и служат водопроводным средством подачи компактной воды на тело человека (впрочем как и все души в городских квартирных ваннах). Настоящий душ начинается тогда, когда высоконапорные струи компактной воды разбиваются на массу сильных струй, мелких капель, брызг и приобретают свойства душа, отличные от свойств струй и потоков обычной компактной воды. В частности, хлесткий душ дает такой массаж тела, с которым не может сравниться ни один гидромассажный бассейн с компактной водой.

Есть еще один важный аспект душевого механизма подачи воды – климатический. В разделе 3 мы уже отметили душ как один из возможных принципов создания климатических условий бани. Действительно, диспергированная в виде струй или капель горячая вода из душа может быть направлена на стены и потолок бани и нагревать их как специфическая система водяного отопления. Кроме того, капли горячей воды нагревают, а за счет испарения увлажняют воздух. Крупные капли воды охлаждаются медленно, падают быстро и оседают на пол горячими. Мелкие же капельки охлаждаются очень быстро и, соответственно, очень быстро нагревают воздух. Значит, душ может обеспечить нагрев кожи человека до 40°C и выше в двух крайних режимах: холодный (даже морозный) воздух с минусовой температурой и очень горячий душ 80°C из крупных капель; теплый 40–45°C воздух с мелкими каплями воды тонкораспыляющего душа той же температуры. По климатическим показаниям второй режим теплого аэрозольного тумана близок к обычному душу и обычной влажной бане, первый же весьма интересен и эквивалентен обливанию очень горячей водой в холодном воздухе. При наличии влаго-

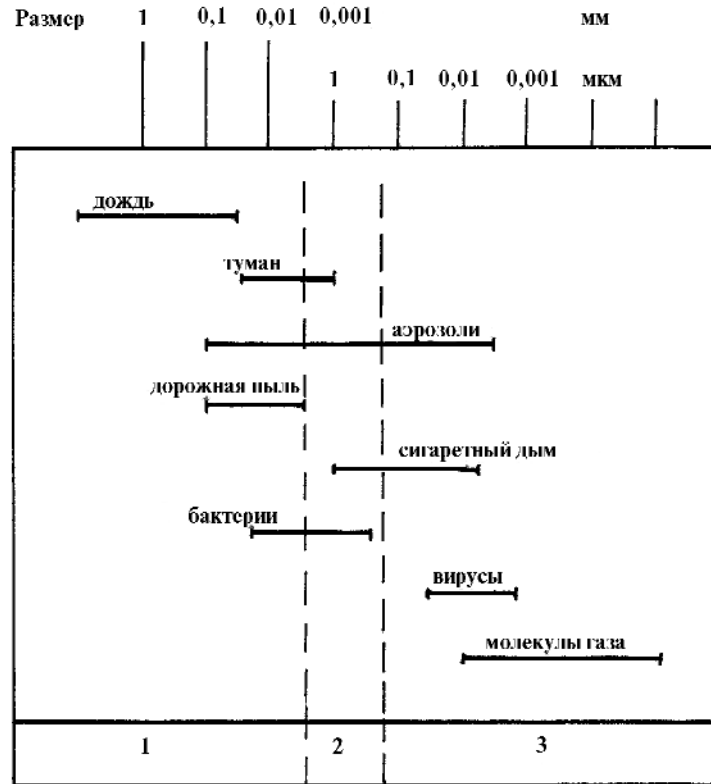


Рис. 28. Глубина ингаляции в зависимости от размера частиц в воздухе: 1 — частицы задерживаются в верхних дыхательных путях (носоглотка, гортань, трахея), 2 — частицы вдыхаются в бронхи и альвеолы легких и могут там задерживаться, 3 — частицы вдыхаются в альвеолы легких и затем выдыхаются (но возможны химические реакции).

стойкой утепленной кабины вы легко можете опробовать все режимы экстремальной «душевой» бани, используя запас горячей воды (хотя бы 200 литров), насос высокого давления (с напором не менее 10 метров водяного столба) и регулируемые струйные и центробежные (вихревые) форсунки. «Душевая» баня долго нагревает горячую воду, долго запасая энер-

гию в значительном количестве и отдавая ее потом быстро для нагрева бани или тела, точно так же, как каменка долго нагревает камни до высокой температуры, долго запасая энергию и потом быстро отдавая ее при поддачах. Фактически тонко распыленный душ и поддача в чем-то очень близки между собой и могут дополнять друг друга в некоторых вариантах. Теперь ясно, что случится, если в бане включить душ с хорошим факелом распыла воды с температурой порядка 40°C: в паровой бане пар сразу же сконденсируется на брызгах, если факел распыла направить в объем бани, и, наоборот, пару прибавится, если душем sprays потолок. В сухой циркуляционной сауне «жар» тоже может и повыситься, и понизиться (причем, резко) в зависимости от массы распыленной воды в воздухе. Впрочем, для гигиенической бани все это интереса не представляет: для мойки главное, чтобы в нужный момент на тело человека полилась вода, а уж из черпака или из душа, или из шланга — это не важно.

5.5. Канализирование и обработка стоков

Посмотрим, куда вся эта вода потечет потом с тела человека — это очень важно. Хотя расход воды в бане в 5–10 раз меньше, чем в ванне или душе, все равно ее надо удалить из бани. Вода в банях обычно стекает на пол, затем по наклонным плоскостям, трубам или через щели стекает на грунт, в траншею или в канализацию. В черных банях (рис. 29а) полы были земляными с настилом из тесаных бревен или досок, по крайней мере, в проходах к полкам или к лестницам к верхним полам («антресольным» площадкам для любителей попариться или мыться пожарче). Как ни странно, эти уже лет сто как устаревшие решения земляных полов продолжают рекламироваться в литературе для белой бани (дощатый пол по трамбованному глиняному полу). Ясно, что земляные полы сейчас годятся только для временных бань. Бетонные полы обеспечивают чистоту дощатого настила, но по своей сути остаются все равно грунтовыми и холодными (рис. 29б). В общественных банях бетонные полы утепляют керамзитом, гидроизолируют асфальтом, керамической плиткой, профилируют для стока воды в трапы (водяные затворы, сифонные сливы),